

Innovación tecnológica en la **Educación Física** y el **entrenamiento deportivo**



Sergio Ricardo Egas Romo

Innovación tecnológica en la Educación Física y el entrenamiento deportivo

Sergio Ricardo Egas Romo





Datos bibliográficos

ISBN:	978-9907-803-88-4
Título del libro:	Innovación tecnológica en la Educación Física y el entrenamiento deportivo
Autores:	Egas Romo, Sergio Ricardo
Editorial:	SAGA
Materia:	796 - Deportes y juegos atléticos y al aire libre
Público objetivo:	Profesional / académico
Publicado:	2026-10-22
Número de edición:	1
Tamaño:	5Mb
Soporte:	Libro digital descargable
Formato:	Pdf (.pdf)
Idioma:	Español
DOI:	https://doi.org/10.63415/saga.2026.137

Hecho En el Ecuador / Made in Ecuador

Autores

Sergio Ricardo Egas Romo

Universidad Politécnica Estatal del Carchi



sergio.egas@upec.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0001-8837-7261>

Tulcán, Ecuador

Es un profesional de la educación superior, especializado en Educación Física, deporte e innovación educativa. Actualmente se desempeña como docente de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, donde desarrolla su labor académica vinculada con la formación integral de los estudiantes y el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Posee el título de Magíster en Educación, mención en Educación Física y Deporte, otorgado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Además, cuenta con una Maestría en Educación, mención en Tecnología e Innovación Educativa, obtenida en la Universidad Nacional de Chimborazo. Su formación de pregrado corresponde a la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física, Deportes y Recreación, cursada en la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE).

Es autor del libro *Desarrollo de la capacidad fuerza en la Educación Física del Bachillerato Ecuatoriano: Fundamentos, metodologías y aplicaciones en contextos fiscales, particulares y militares*, obra que aborda el desarrollo de la fuerza desde una perspectiva pedagógica y metodológica, considerando las particularidades del sistema educativo ecuatoriano.

Su perfil académico integra conocimientos científicos, pedagógicos y tecnológicos orientados al mejoramiento de la Educación Física y a la promoción de prácticas educativas fundamentadas en las necesidades formativas de los estudiantes.



El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es)

Todos los derechos reservados © 2026

Sinopsis

Innovación tecnológica en la Educación Física y el entrenamiento deportivo examina la transformación de los procesos de enseñanza y preparación deportiva mediante la incorporación de tecnologías digitales en la educación superior. La obra analiza las posibilidades pedagógicas de la inteligencia artificial y los sistemas de aprendizaje adaptativo para mejorar la adquisición de competencias motrices y profesionales. Aborda también la aplicación de tecnologías inmersivas en la simulación de experiencias educativas y el perfeccionamiento técnico. Desde una perspectiva interdisciplinaria, estudia el empleo de dispositivos inteligentes y sensores biomecánicos para evaluar el movimiento humano con criterios científicos. La analítica de datos adquiere especial relevancia en la interpretación del rendimiento físico y la individualización del entrenamiento. Asimismo, se examinan los procedimientos de evaluación digital y las metodologías de investigación aplicada que fortalecen la producción de conocimiento en las ciencias del deporte. La discusión incorpora principios éticos relacionados con la protección de información biométrica y el uso responsable de sistemas automatizados. Dirigido a docentes universitarios e investigadores del ámbito deportivo, el libro articula conocimientos pedagógicos y científicos con aplicaciones tecnológicas contemporáneas para contribuir al desarrollo de prácticas formativas rigurosas y sustentadas en evidencias empíricas verificables.

Palabras clave: educación física, deporte, enseñanza superior, tecnología educacional, innovación educativa

Synopsis

Technological Innovation in Physical Education and Sports Training examines the transformation of teaching processes and sports preparation through the integration of digital technologies in higher education. The book analyzes the pedagogical potential of artificial intelligence and adaptive learning systems to improve the acquisition of motor and professional competencies. It also addresses the application of immersive technologies in the simulation of educational experiences and technical skill development. From an interdisciplinary perspective, it investigates the use of intelligent devices and biomechanical sensors to assess human movement according to scientific criteria. Data analytics plays a significant role in interpreting physical performance and individualizing sports training. The book also examines digital assessment procedures and applied research methodologies that strengthen knowledge production in sports sciences. The discussion incorporates ethical principles concerning biometric data protection and the responsible use of automated systems. Intended for university educators and researchers in the sports field, the book integrates pedagogical and scientific knowledge with contemporary technological applications to contribute to the development of rigorous educational practices supported by verifiable empirical evidence.

Keywords: physical education, sport, higher education, educational technology, educational innovation

Índice General

Sinopsis.....	v
Índice General	7
Índice de Tablas	10
Índice de Figuras.....	11
Introducción	13
Capítulo I Transformación digital y nuevos paradigmas de la educación física universitaria.....	17
1.1. Ecosistemas digitales de aprendizaje y su integración en la formación universitaria en Educación Física	21
1.2. Modelos pedagógicos mediados por tecnologías inteligentes para la enseñanza del movimiento humano.....	25
1.3. Innovación curricular y desarrollo de competencias digitales en profesionales de la actividad física y el deporte	29
1.4. Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje aplicados a las prácticas físico-deportivas universitarias	32
1.5. Personalización del aprendizaje motor mediante sistemas tecnológicos adaptativos.....	36
1.6. Alfabetización tecnológica y pensamiento crítico en la formación de docentes y entrenadores deportivos	39
Capítulo II Inteligencia artificial y analítica avanzada en la Educación Física y el entrenamiento deportivo	45
2.1. Inteligencia artificial generativa aplicada al diseño de experiencias didácticas en Educación Física universitaria.....	49
2.2. Aprendizaje automático para la identificación de patrones de movimiento y rendimiento físico.....	53
2.3. Analítica predictiva en la planificación y regulación de las cargas del entrenamiento deportivo	56

2.4. Visión artificial y reconocimiento automatizado de gestos técnicos deportivos.....	59
2.5. Sistemas inteligentes de retroalimentación para la evaluación del aprendizaje motor.....	63
2.6. Ética algorítmica, protección de datos biométricos y gobernanza de la inteligencia artificial en entornos universitarios.....	66
Capítulo III Tecnologías inmersivas y simulación digital en el aprendizaje y perfeccionamiento deportivo	71
3.1. Realidad virtual inmersiva para la adquisición de habilidades motrices y técnico-deportivas.....	75
3.2. Realidad aumentada como recurso didáctico para la enseñanza de la biomecánica y el movimiento humano.....	78
3.3. Realidad mixta y entornos interactivos para el entrenamiento perceptivo y la toma de decisiones deportivas	82
3.4. Gemelos digitales aplicados a la simulación biomecánica y la individualización del entrenamiento	85
3.5. Gamificación avanzada y videojuegos activos en la formación físico-deportiva universitaria.....	89
3.6. Laboratorios virtuales y simuladores inteligentes para la experimentación y evaluación del desempeño motor	92
Capítulo IV Tecnologías portátiles, biomecánica digital y monitorización del rendimiento humano.....	97
4.1. Dispositivos portátiles inteligentes para la cuantificación de la actividad física y las respuestas fisiológicas	101
4.2. Sensores inerciales y sistemas de captura de movimiento aplicados al análisis biomecánico deportivo	105
4.3. Plataformas de fuerza y tecnologías de evaluación neuromuscular en laboratorios universitarios	108
4.4. Internet de las cosas y conectividad de dispositivos para el seguimiento del entrenamiento físico.....	111

4.5. Biofeedback y neurotecnologías aplicadas al aprendizaje motor y la autorregulación del rendimiento	115
4.6. Integración de datos fisiológicos, biomecánicos y perceptivos para la prescripción individualizada del ejercicio	118
Capítulo V Investigación aplicada, evaluación inteligente e innovación tecnológica en las ciencias del deporte.....	123
5.1. Metodologías de investigación digital y experimentación tecnológica en Educación Física universitaria	128
5.2. Evaluación auténtica del aprendizaje físico-deportivo mediante evidencias digitales y analítica educativa	131
5.3. Ciencia de datos y visualización interactiva para la interpretación del rendimiento deportivo.....	135
5.4. Plataformas colaborativas y laboratorios de innovación para la investigación interdisciplinaria en ciencias del movimiento.....	138
5.5. Validación científica, fiabilidad y precisión de las tecnologías utilizadas en la evaluación físico-deportiva	142
5.6. Transferencia del conocimiento, desarrollo de prototipos tecnológicos y producción científica en Educación Física y entrenamiento deportivo	145
Conclusiones	151
Referencias Bibliográficas.....	155

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Transformación digital y enfoques pedagógicos en la formación universitaria de Educación Física</i>	43
Tabla 2 <i>Aplicaciones de la inteligencia artificial y la analítica avanzada en la Educación Física y el entrenamiento deportivo universitario</i>	69
Tabla 3 <i>Tecnologías inmersivas y simulación digital: aplicaciones pedagógicas en la formación físico-deportiva universitaria</i>	95
Tabla 4 <i>Tecnologías digitales y aplicaciones para la evaluación del movimiento y el rendimiento humano en educación superior</i>	121
Tabla 5 <i>Componentes metodológicos y tecnológicos de la investigación aplicada en las ciencias del deporte universitario</i>	148

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Transformación digital de la Educación Física universitaria</i>	19
Figura 2 <i>Modelos pedagógicos con tecnologías inteligentes</i>	27
Figura 3 <i>Entornos híbridos en las prácticas físico-deportivas</i>	35
Figura 4 <i>Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Educación Física universitaria</i>	47
Figura 5 <i>Aprendizaje automático y patrones del rendimiento físico</i>	55
Figura 6 <i>Visión artificial y reconocimiento de gestos deportivos</i>	61
Figura 7 <i>Tecnologías inmersivas en la formación deportiva universitaria</i>	73
Figura 8 <i>Realidad aumentada en el análisis biomecánico</i>	81
Figura 9 <i>Gemelos digitales para el entrenamiento individualizado</i>	87
Figura 10 <i>Tecnologías digitales para la monitorización del rendimiento humano</i>	99
Figura 11 <i>Sensores y captura de movimiento en el análisis biomecánico</i>	107
Figura 12 <i>Conectividad digital para el seguimiento del entrenamiento físico</i>	113
Figura 13 <i>Ejes de investigación e innovación tecnológica en ciencias del deporte</i>	125
Figura 14 <i>Evaluación auténtica del aprendizaje físico-deportivo</i>	133
Figura 15 <i>Investigación interdisciplinaria e innovación en ciencias del movimiento</i>	141

Introducción

La evolución de las tecnologías digitales ha modificado las formas de producir conocimiento y desarrollar experiencias educativas vinculadas con el movimiento humano. En la Educación Física y el entrenamiento deportivo, dicha transformación ha favorecido la incorporación de recursos que amplían las posibilidades de enseñanza y evaluación del rendimiento. Jastrow et al. (2022) documentaron la presencia creciente de tecnologías digitales en la investigación sobre Educación Física. Sus aportaciones permiten reconocer una transición pedagógica que demanda nuevas competencias profesionales y una revisión permanente de las prácticas formativas universitarias.

La educación superior participa de una transformación caracterizada por la integración de sistemas inteligentes y plataformas digitales en los procesos de formación profesional. Las carreras relacionadas con la actividad física requieren articular el conocimiento pedagógico con procedimientos de análisis del movimiento y evaluación fisiológica. Hu et al. (2024) examinaron las tendencias de transformación inteligente de la Educación Física y sus principales líneas de investigación. Desde una perspectiva complementaria, Ličen y Prosen (2024) abordaron la evaluación de competencias digitales del profesorado universitario como dimensión vinculada con la calidad educativa.

La incorporación tecnológica en las ciencias del deporte responde también a la necesidad de comprender con mayor precisión las respuestas del organismo durante la actividad física. Los dispositivos portátiles permiten registrar variables fisiológicas y cuantificar determinadas características del entrenamiento. Pekas et al. (2023) analizaron investigaciones relacionadas con el empleo de tecnologías de monitorización deportiva y sus aplicaciones científicas. Por su parte, Mao et al. (2024) estudiaron la validez de

plataformas de fuerza para evaluar el salto con contramovimiento. Ambas contribuciones evidencian la relevancia de utilizar instrumentos respaldados por procedimientos de validación.

La pertinencia académica de la innovación tecnológica adquiere especial significado cuando los recursos digitales se integran mediante decisiones pedagógicas fundamentadas. La disponibilidad de dispositivos avanzados no garantiza mejoras automáticas en el aprendizaje. Martín-Rodríguez y Madrigal-Cerezo (2025) abordaron las relaciones entre pedagogía mediada por tecnología y participación del alumnado en Educación Física. A su vez, Jaramillo-Mediavilla et al. (2024) examinaron los efectos de la gamificación sobre la motivación y el desempeño académico. Tales investigaciones respaldan la necesidad de valorar las tecnologías según su contribución educativa y las características de cada experiencia formativa.

La inteligencia artificial amplía las posibilidades de procesamiento de información y personalización de experiencias educativas mediante procedimientos automatizados. Su aplicación comprende el reconocimiento de patrones motrices y el análisis de indicadores relacionados con el aprendizaje. Castillo-Martínez et al. (2024) revisaron investigaciones sobre inteligencia artificial en educación superior e identificaron aplicaciones vinculadas con los procesos académicos. Sin embargo, la incorporación de sistemas algorítmicos exige criterios de transparencia y responsabilidad institucional. La protección de datos personales adquiere particular relevancia cuando las aplicaciones procesan información fisiológica o biométrica del estudiantado.

Las tecnologías inmersivas representan otra línea de desarrollo científico con implicaciones para la formación deportiva universitaria. La realidad virtual y la realidad aumentada permiten diseñar experiencias interactivas orientadas al aprendizaje motor y la comprensión de situaciones deportivas. Pérez-Muñoz et al. (2024) revisaron investigaciones sobre el empleo de tecnologías

inmersivas en Educación Física. Fernández-Vázquez et al. (2024) estudiaron su integración con estrategias didácticas y analizaron variables relacionadas con las habilidades motrices y el esfuerzo percibido. Los resultados de dichas investigaciones aportan elementos para examinar la pertinencia de ambientes de aprendizaje mediados por simulación digital.

El propósito general del libro consiste en analizar las aplicaciones de la innovación tecnológica en la Educación Física y el entrenamiento deportivo desde una perspectiva científica vinculada con la educación superior. Se pretende examinar sus aportaciones pedagógicas y sus posibilidades de utilización en la evaluación del movimiento humano. También interesa identificar criterios para seleccionar recursos tecnológicos y valorar la calidad de la información producida. Tosti et al. (2024) contribuyen a dicha discusión mediante una revisión de protocolos de neurofeedback relacionados con el rendimiento deportivo y la regulación emocional.

La orientación investigativa de la obra se articula mediante interrogantes que relacionan innovación y formación profesional. ¿Qué transformaciones pedagógicas pueden atribuirse a la incorporación de tecnologías digitales en la Educación Física universitaria? ¿En qué medida los sistemas inteligentes favorecen la evaluación del aprendizaje motor y la individualización del entrenamiento? ¿Qué criterios científicos permiten determinar la validez de los dispositivos utilizados? Bagchi et al. (2024) aportaron evidencia sobre la fiabilidad y precisión de instrumentos para medir la altura del salto. Sus hallazgos permiten reconocer la importancia de contrastar mediciones antes de formular interpretaciones técnicas.

La organización del libro comprende cinco capítulos articulados mediante una progresión temática. El primero examina la transformación digital y los modelos pedagógicos universitarios. El segundo aborda la inteligencia artificial y la analítica avanzada

aplicadas al aprendizaje y rendimiento deportivo. El tercero desarrolla las tecnologías inmersivas y la simulación digital. El cuarto estudia los dispositivos portátiles y la evaluación biomecánica del movimiento humano. Cao et al. (2026) ofrecen una referencia para analizar las aplicaciones y propiedades métricas de los sistemas de captura de movimiento sin marcadores.

El quinto capítulo aborda la investigación aplicada y los procedimientos de evaluación científica de las tecnologías utilizadas en Educación Física y entrenamiento deportivo. Su desarrollo considera la interpretación de datos y la transferencia del conocimiento hacia la práctica universitaria. Sarlis y Tjortjis (2024) analizaron aplicaciones de minería de datos para estudiar variables del rendimiento en baloncesto profesional. Desde una orientación académica integradora, la obra busca fortalecer el diálogo entre investigación y docencia mediante conocimientos verificables que contribuyan a una formación profesional rigurosa y comprometida con el desarrollo científico de las ciencias del deporte.

Capítulo I

Transformación digital y nuevos paradigmas de la educación física universitaria

La transformación digital de la educación superior ha modificado las condiciones en que se produce y transmite el conocimiento relacionado con la actividad física y el deporte. Las universidades enfrentan la necesidad de revisar sus prácticas formativas ante una realidad profesional donde las tecnologías adquieren creciente presencia. En Educación Física, dicha transformación presenta particularidades vinculadas con la experiencia corporal y el aprendizaje motor. Su comprensión requiere examinar las relaciones entre innovación tecnológica y fundamentos pedagógicos que orientan la formación universitaria.

La incorporación de tecnologías digitales en Educación Física responde a un proceso de evolución académica que ha despertado interés en la investigación educativa. Jastrow et al. (2022) examinan estudios publicados entre 2009 y 2020 sobre aplicaciones tecnológicas en dicha disciplina. Su revisión permite reconocer la diversidad de aproximaciones investigativas desarrolladas durante aquel período. Desde una perspectiva universitaria, tales antecedentes invitan a considerar las condiciones pedagógicas necesarias para integrar recursos tecnológicos sin debilitar la naturaleza práctica del aprendizaje corporal.

La renovación de las experiencias formativas plantea interrogantes relacionados con la participación estudiantil y la pertinencia de las estrategias docentes. El interés por incorporar herramientas digitales requiere examinar su relación con los propósitos educativos y las características del movimiento humano. Martín-Rodríguez y Madrigal-Cerezo (2025) analizan las vinculaciones entre pedagogía apoyada en tecnología y participación en Educación Física. Sus aportaciones permiten comprender la necesidad de establecer relaciones pedagógicas fundamentadas entre innovación educativa y compromiso con la actividad física.

Las transformaciones tecnológicas también alcanzan la organización curricular de las carreras universitarias relacionadas con el deporte. La preparación profesional demanda conocimientos que permitan desenvolverse en escenarios donde conviven procedimientos tradicionales y herramientas digitales. Ličen y Prosen (2024) abordan el desarrollo de competencias digitales del profesorado universitario mediante la elaboración y validación de un instrumento específico. Su investigación aporta elementos para considerar la formación tecnológica como una responsabilidad institucional vinculada con la calidad académica y la actualización profesional.

Figura 1

Transformación digital de la Educación Física universitaria



La diversificación de los espacios educativos ha ampliado las posibilidades de organizar experiencias de aprendizaje vinculadas con las prácticas físico-deportivas. Las actividades presenciales mantienen su importancia mientras los recursos digitales permiten desarrollar formas complementarias de participación académica. Zhang et al. (2025) investigan el compromiso estudiantil en clases universitarias de Educación Física mediante procedimientos de aprendizaje automático y modelización estadística. Su aproximación permite reconocer el

interés científico por comprender factores asociados con la participación en experiencias educativas corporales.

La atención a las diferencias individuales constituye una preocupación permanente en la enseñanza del movimiento humano. Cada estudiante desarrolla habilidades mediante experiencias previas y condiciones personales que influyen en sus procesos de aprendizaje. Tohánean et al. (2025) examinan innovaciones relacionadas con inteligencia artificial y tecnologías de información aplicadas a Educación Física. Su revisión ofrece elementos para considerar las posibilidades pedagógicas de herramientas tecnológicas emergentes. La formación universitaria necesita interpretar tales avances desde conocimientos científicos y criterios educativos pertinentes.

El desarrollo tecnológico también plantea nuevas exigencias relacionadas con la interpretación crítica de información y la responsabilidad profesional. Los futuros docentes y entrenadores necesitan comprender las posibilidades de las herramientas inteligentes sin desconocer sus limitaciones. Castillo-Martínez et al. (2024) presentan una revisión sistemática sobre inteligencia artificial en educación superior que contribuye al estudio de sus aplicaciones académicas. La preparación universitaria requiere fortalecer capacidades de análisis que permitan valorar resultados tecnológicos y fundamentar decisiones mediante conocimientos verificables.

La relación entre tecnología y experiencia corporal merece particular atención dentro de los procesos de transformación educativa. El movimiento humano involucra dimensiones físicas y cognitivas que requieren aproximaciones pedagógicas sensibles a las diferencias personales. Los instrumentos digitales pueden ampliar las posibilidades de observación y análisis de determinadas actividades. Sin embargo, la interpretación profesional demanda conocimientos disciplinares y comprensión de las circunstancias individuales. La formación universitaria debe conservar espacios

donde la experiencia motriz dialogue con los avances científicos contemporáneos.

Desde una perspectiva institucional, la transformación digital requiere decisiones que permitan mantener correspondencia entre formación académica y necesidades del ejercicio profesional. La disponibilidad de recursos tecnológicos representa una condición importante, aunque su aprovechamiento depende de capacidades docentes y orientaciones curriculares pertinentes. También resulta necesario considerar diferencias materiales que pueden afectar las oportunidades educativas. Las universidades tienen responsabilidad en promover condiciones de participación y actualización profesional que respondan a las particularidades de sus comunidades académicas.

El presente capítulo examina la transformación digital de la Educación Física universitaria mediante seis ámbitos relacionados con la renovación de sus fundamentos formativos. Su desarrollo aborda los ecosistemas digitales de aprendizaje y los modelos pedagógicos mediados por tecnologías inteligentes. Posteriormente considera la innovación curricular y los entornos híbridos aplicados a las prácticas deportivas. La personalización del aprendizaje motor y la alfabetización tecnológica completan una perspectiva orientada a comprender las exigencias educativas de la formación profesional contemporánea.

1.1. Ecosistemas digitales de aprendizaje y su integración en la formación universitaria en Educación Física

La incorporación de ecosistemas digitales de aprendizaje en la formación universitaria en Educación Física representa una evolución en la organización de las experiencias educativas. Su desarrollo responde a la necesidad de establecer relaciones entre los espacios presenciales, los recursos tecnológicos y las actividades académicas. Desde una perspectiva pedagógica, permiten articular diferentes formas de interacción entre docentes y estudiantes. Su

valor educativo depende de la capacidad institucional para vincular tales recursos con los propósitos formativos de cada carrera universitaria.

Un ecosistema digital de aprendizaje comprende un conjunto interrelacionado de plataformas, contenidos, herramientas de comunicación y procedimientos académicos que favorecen la continuidad educativa. En Educación Física, su configuración adquiere características particulares debido al predominio de experiencias corporales y actividades prácticas. Jastrow et al. (2022) examinan diversas aplicaciones de la tecnología digital en la enseñanza de la Educación Física y permiten reconocer su creciente presencia investigativa. Tal perspectiva contribuye a comprender las posibilidades de articulación entre aprendizaje motor y mediación tecnológica.

La integración de plataformas educativas en las carreras universitarias de Educación Física requiere considerar la naturaleza de los conocimientos profesionales. Los contenidos vinculados con anatomía funcional, didáctica del movimiento y planificación deportiva demandan experiencias de aprendizaje diferenciadas. Los entornos virtuales facilitan la organización de materiales y actividades complementarias que enriquecen el trabajo presencial. Sin embargo, su incorporación exige decisiones curriculares fundamentadas. Cada recurso debe responder a necesidades académicas identificables y mantener correspondencia con las competencias profesionales previstas durante la formación.

La articulación entre actividades presenciales y virtuales permite ampliar las oportunidades de participación académica sin desplazar la experiencia corporal del proceso educativo. Los estudiantes pueden consultar materiales especializados antes de las sesiones prácticas y desarrollar ejercicios reflexivos posteriormente. Tal organización favorece una relación más estrecha entre preparación conceptual y ejecución motriz. También permite recuperar experiencias realizadas durante las clases para

examinarlas desde diferentes perspectivas. La continuidad pedagógica adquiere relevancia cuando las actividades mantienen objetivos compartidos y criterios académicos definidos.

La interacción constituye una dimensión relevante dentro de los ecosistemas digitales universitarios. Los espacios de comunicación académica permiten intercambiar observaciones sobre procedimientos técnicos y compartir experiencias relacionadas con la enseñanza del movimiento. En su revisión sistemática, Jastrow et al. (2022) identifican diferentes líneas de investigación sobre tecnologías digitales aplicadas a la Educación Física. Su trabajo ofrece una referencia para examinar las posibilidades educativas de tales herramientas. La participación estudiantil requiere orientación docente y acuerdos que favorezcan intercambios respetuosos y pertinentes.

La organización de recursos digitales también modifica las condiciones de acceso al conocimiento especializado. Bibliotecas virtuales, repositorios académicos y materiales audiovisuales permiten consultar información relacionada con las ciencias de la actividad física. En la formación universitaria, dicha disponibilidad favorece la preparación de clases y el desarrollo de trabajos académicos. Su aprovechamiento demanda capacidades para seleccionar información confiable y reconocer su pertinencia disciplinar. La alfabetización informacional adquiere importancia cuando los futuros profesionales deben fundamentar decisiones pedagógicas mediante conocimientos científicos actualizados.

La integración de ecosistemas digitales plantea responsabilidades específicas para el profesorado universitario. La planificación académica requiere establecer relaciones entre las actividades tecnológicas y los aprendizajes esperados. Resulta necesario definir procedimientos de acompañamiento que permitan reconocer dificultades durante el proceso formativo. Jastrow et al. (2022) aportan una revisión de investigaciones que ayuda a situar el empleo educativo de tecnologías digitales dentro

de un campo de estudio diverso. La preparación docente resulta determinante para desarrollar propuestas coherentes con las particularidades disciplinares universitarias.

Las condiciones institucionales influyen directamente en la continuidad de los ecosistemas digitales de aprendizaje. La disponibilidad de conectividad, dispositivos y asistencia técnica determina las oportunidades reales de participación estudiantil. En las carreras de Educación Física también resulta necesario considerar los espacios destinados a las prácticas corporales. Una integración académica adecuada requiere coordinación entre unidades administrativas y responsables curriculares. Las decisiones institucionales deben contemplar las diferencias de acceso tecnológico para evitar que las condiciones materiales profundicen desigualdades educativas existentes.

La evaluación del aprendizaje dentro de un ecosistema digital requiere atender tanto los conocimientos conceptuales como las capacidades vinculadas con el desempeño profesional. Los registros académicos pueden facilitar el seguimiento de actividades y la identificación de necesidades formativas. Sin embargo, la valoración de competencias motrices demanda observaciones pedagógicas pertinentes y criterios específicos. La revisión de Jastrow et al. (2022) permite situar la tecnología digital dentro de las prácticas educativas investigadas. Su incorporación evaluativa debe conservar una relación directa con los objetivos curriculares.

La consolidación de ecosistemas digitales en la Educación Física universitaria depende de una integración progresiva entre decisiones curriculares y prácticas docentes. Su funcionamiento requiere acuerdos institucionales que garanticen continuidad y pertinencia educativa. La formación de profesionales capaces de desenvolverse en entornos tecnológicos demanda experiencias académicas relacionadas con situaciones propias de su ejercicio laboral. Desde tal perspectiva, los ecosistemas digitales adquieren

sentido cuando fortalecen la enseñanza universitaria y respetan la dimensión corporal que caracteriza a la disciplina.

1.2. Modelos pedagógicos mediados por tecnologías inteligentes para la enseñanza del movimiento humano

La enseñanza universitaria del movimiento humano experimenta cambios significativos mediante la incorporación de tecnologías inteligentes en los modelos pedagógicos. Su presencia permite reconsiderar las relaciones entre conocimiento corporal, intervención docente y procesos de aprendizaje motor. Las herramientas digitales ofrecen posibilidades para interpretar el desempeño físico desde perspectivas complementarias. Sin embargo, su aprovechamiento educativo requiere fundamentos didácticos que orienten las decisiones metodológicas. La formación profesional demanda propuestas capaces de relacionar la comprensión científica del movimiento con experiencias prácticas pedagógicamente significativas.

Los modelos pedagógicos mediados por tecnologías inteligentes incorporan procedimientos de enseñanza que aprovechan información generada durante la actividad motriz. Los sistemas de análisis del movimiento y las aplicaciones de seguimiento permiten disponer de registros útiles para orientar determinadas tareas formativas. Martín-Rodríguez y Madrigal-Cerezo (2025) examinan las relaciones entre pedagogía apoyada en tecnología y participación educativa en Educación Física. Su planteamiento permite reconocer la importancia de vincular los recursos tecnológicos con experiencias que favorezcan aprendizajes significativos y sostenibles.

El aprendizaje basado en problemas adquiere nuevas posibilidades cuando incorpora herramientas capaces de representar situaciones relacionadas con el movimiento humano. Los estudiantes universitarios pueden analizar patrones motores y formular alternativas de intervención fundamentadas en evidencias

observables. Durante tales actividades, el profesorado orienta la interpretación de resultados y promueve decisiones justificadas. La resolución de situaciones profesionales favorece una participación académica activa. Su aplicación requiere problemas pertinentes que relacionen conocimientos biomecánicos y pedagógicos con las demandas reales de la práctica física.

La enseñanza mediante descubrimiento guiado puede enriquecerse con recursos tecnológicos que proporcionan información sobre la ejecución motriz. Los estudiantes experimentan diferentes respuestas corporales mientras contrastan sus percepciones con registros disponibles. Tal dinámica favorece la identificación de relaciones entre intención motora y resultado observable. El docente interviene mediante preguntas que orientan la reflexión sin anticipar todas las respuestas. La experiencia práctica conserva su protagonismo y permite desarrollar capacidades de observación necesarias para comprender las particularidades del movimiento humano.

Los modelos centrados en la participación estudiantil encuentran posibilidades de desarrollo mediante estrategias pedagógicas apoyadas en tecnología. Martín-Rodríguez y Madrigal-Cerezo (2025) abordan la relación entre recursos tecnológicos y compromiso con la actividad física desde una perspectiva educativa. En la formación universitaria, dicha relación invita a considerar experiencias que despierten interés por comprender los procesos motores. La participación adquiere mayor profundidad cuando los estudiantes reconocen propósitos formativos y encuentran oportunidades para intervenir activamente durante las actividades prácticas.

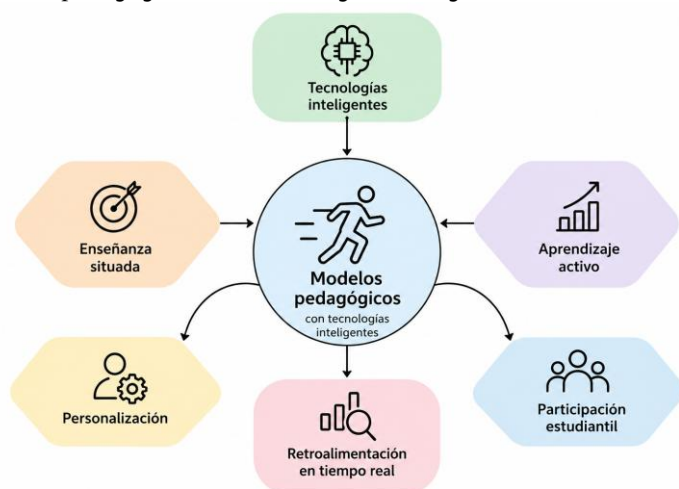
La personalización pedagógica constituye una posibilidad relevante de las tecnologías inteligentes aplicadas al aprendizaje motor. Determinadas herramientas permiten identificar diferencias en el ritmo de ejecución y registrar variaciones del desempeño durante actividades específicas. La información

obtenida puede orientar ajustes metodológicos acordes con las necesidades individuales. Sin embargo, interpretar registros exige considerar factores físicos y experiencias previas. El profesorado debe evitar decisiones automáticas que desconozcan las particularidades personales y las condiciones pedagógicas presentes durante cada experiencia educativa universitaria.

El aprendizaje cooperativo también puede incorporar tecnologías inteligentes mediante actividades que requieren observación compartida y análisis colectivo del movimiento. Los estudiantes participan en tareas donde contrastan interpretaciones y elaboran propuestas de mejora técnica. La información disponible facilita discusiones fundamentadas sobre procedimientos corporales específicos. Cada integrante aporta conocimientos y experiencias que enriquecen el trabajo académico. La intervención docente resulta necesaria para distribuir responsabilidades y garantizar que la cooperación contribuya al desarrollo de capacidades profesionales relacionadas con la enseñanza motriz.

Figura 2

Modelos pedagógicos con tecnologías inteligentes



La retroalimentación pedagógica adquiere características particulares cuando intervienen sistemas capaces de registrar aspectos del desempeño corporal. Los datos generados pueden complementar las observaciones docentes y facilitar explicaciones sobre determinadas acciones motrices. Martín-Rodríguez y Madrigal-Cerezo (2025) destacan el interés educativo de relacionar las tecnologías con experiencias de aprendizaje y participación física. Desde una perspectiva didáctica, la retroalimentación requiere mensajes comprensibles y oportunos. Su utilidad depende de que el estudiante pueda interpretar la información y aplicarla conscientemente.

La aplicación de modelos pedagógicos mediados por tecnologías inteligentes también plantea interrogantes relacionados con la autonomía y la responsabilidad profesional. Los futuros docentes necesitan comprender los alcances de los sistemas utilizados y reconocer posibles limitaciones interpretativas. El tratamiento de información corporal requiere criterios éticos vinculados con la privacidad y el consentimiento. Además, las decisiones educativas deben conservar fundamentos pedagógicos verificables. La preparación universitaria necesita promover una actitud crítica frente a los resultados tecnológicos y sus posibles aplicaciones didácticas.

La incorporación de tecnologías inteligentes en los modelos pedagógicos universitarios adquiere pertinencia cuando responde a las particularidades del aprendizaje motor. Su desarrollo exige docentes preparados para interpretar información y diseñar experiencias educativas centradas en la actividad corporal. La formación profesional encuentra oportunidades para fortalecer capacidades analíticas mediante procedimientos didácticos fundamentados. Desde tal orientación, la innovación pedagógica requiere mantener una relación equilibrada entre conocimiento científico y experiencia motriz para favorecer una enseñanza reflexiva del movimiento humano.

1.3. Innovación curricular y desarrollo de competencias digitales en profesionales de la actividad física y el deporte

La innovación curricular en la formación universitaria de profesionales de la actividad física y el deporte responde a transformaciones que modifican las exigencias del ejercicio profesional. La incorporación de competencias digitales requiere revisar los perfiles de egreso y establecer aprendizajes relacionados con el uso fundamentado de tecnologías. Tal proceso demanda decisiones académicas que reconozcan las particularidades disciplinares. La actualización curricular adquiere sentido cuando permite formar profesionales capaces de interpretar información tecnológica y aplicarla responsablemente en diferentes ámbitos laborales.

El desarrollo de competencias digitales comprende capacidades relacionadas con la búsqueda de información y la utilización crítica de herramientas tecnológicas. En las carreras vinculadas con la actividad física, tales capacidades deben relacionarse con necesidades profesionales identificables. Ličen y Prosen (2024) desarrollaron y validaron una escala destinada a evaluar competencias digitales del profesorado universitario. Su investigación aporta elementos para reconocer dimensiones de preparación tecnológica que pueden orientar procesos institucionales de formación y revisión de capacidades docentes universitarias.

La organización curricular requiere distribuir progresivamente los aprendizajes digitales durante los diferentes niveles de formación profesional. Las asignaturas iniciales pueden favorecer el dominio de procedimientos básicos para gestionar información académica. Posteriormente, las experiencias formativas deben promover aplicaciones vinculadas con evaluación física y planificación deportiva. Tal secuencia permite relacionar

conocimientos adquiridos con responsabilidades profesionales de mayor complejidad. La progresión académica necesita criterios compartidos entre asignaturas para evitar contenidos fragmentados y favorecer una preparación tecnológica coherente durante toda la carrera universitaria.

La integración transversal de competencias digitales exige coordinación entre las áreas científicas y pedagógicas que conforman los programas universitarios. Su desarrollo no puede quedar restringido a asignaturas dedicadas específicamente a informática. Los conocimientos tecnológicos adquieren pertinencia cuando intervienen en actividades relacionadas con fisiología del ejercicio y gestión deportiva. Ličen y Prosen (2024) vinculan el fortalecimiento de la educación superior sostenible con el desarrollo de competencias digitales docentes. Tal planteamiento permite examinar responsabilidades institucionales asociadas con su incorporación curricular.

La preparación profesional requiere desarrollar criterios para interpretar información obtenida mediante instrumentos tecnológicos utilizados en la actividad física. Los estudiantes necesitan reconocer diferencias entre registros cuantitativos y valoraciones pedagógicas del desempeño humano. La lectura de datos demanda conocimientos disciplinares que permitan identificar resultados pertinentes y posibles errores de interpretación. Durante la formación universitaria conviene trabajar con situaciones profesionales representativas. El propósito consiste en fortalecer decisiones fundamentadas sin atribuir a los dispositivos capacidades explicativas superiores a sus posibilidades reales.

La producción de contenidos digitales constituye otra dimensión curricular relacionada con el desempeño de futuros profesionales. Elaborar materiales educativos exige organizar información científica y adaptarla a diferentes destinatarios. En Educación Física, dicha competencia puede expresarse mediante

recursos destinados a explicar procedimientos técnicos o comunicar recomendaciones sobre actividad física. Su desarrollo requiere considerar accesibilidad y claridad comunicativa. Los estudiantes deben aprender a seleccionar formatos pertinentes y respetar los derechos de autor durante la elaboración de productos académicos digitales propios.

La evaluación de competencias digitales necesita procedimientos que permitan reconocer desempeños observables durante la formación universitaria. Ličen y Prosen (2024) presentan un instrumento validado para valorar competencias digitales en docentes de educación superior. Su aportación resulta pertinente para considerar la importancia de establecer dimensiones e indicadores definidos. En los programas de actividad física y deporte, la valoración estudiantil requiere evidencias relacionadas con tareas profesionales. Los criterios evaluativos deben atender la pertinencia técnica y la responsabilidad durante su aplicación.

La actualización curricular también demanda fortalecer las capacidades tecnológicas del profesorado responsable de la formación profesional. Los procesos de capacitación necesitan relacionarse con actividades académicas habituales y problemas propios de cada disciplina. La investigación de Ličen y Prosen (2024) contribuye al estudio de las competencias digitales universitarias mediante una propuesta de medición específica. Desde una perspectiva institucional, tales aportaciones permiten reconocer la conveniencia de diagnosticar necesidades formativas antes de establecer programas de perfeccionamiento docente y acompañamiento académico.

La incorporación curricular de competencias digitales plantea responsabilidades relacionadas con el tratamiento ético de información personal. Los profesionales de la actividad física trabajan frecuentemente con registros corporales y antecedentes vinculados con el rendimiento humano. Su preparación universitaria debe contemplar principios de confidencialidad y

protección de datos. También resulta necesario reconocer desigualdades tecnológicas que pueden afectar determinadas experiencias formativas. La responsabilidad profesional exige valorar las consecuencias de cada procedimiento antes de utilizar herramientas digitales con personas o grupos.

La innovación curricular orientada al desarrollo de competencias digitales requiere mecanismos permanentes de revisión académica. Los programas universitarios deben considerar transformaciones tecnológicas sin perder de vista los fundamentos científicos de la actividad física y el deporte. La participación de docentes y representantes del ámbito profesional permite identificar necesidades formativas relevantes. Una estructura curricular flexible favorece ajustes fundamentados y mantiene continuidad entre aprendizajes. Su pertinencia depende de preparar profesionales con autonomía intelectual y responsabilidad en sus decisiones tecnológicas.

1.4. Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje aplicados a las prácticas físico-deportivas universitarias

Los entornos híbridos de enseñanza representan una alternativa organizativa para desarrollar prácticas físico-deportivas universitarias mediante la combinación planificada de actividades presenciales y virtuales. Su aplicación permite distribuir experiencias formativas según las características de cada contenido y las necesidades del estudiantado. La práctica corporal mantiene una función central dentro de dicha organización. El componente virtual amplía las oportunidades de preparación académica y seguimiento pedagógico. Su efectividad depende de establecer relaciones claras entre ambas modalidades durante el proceso educativo universitario.

La planificación de experiencias híbridas requiere identificar actividades que demandan interacción corporal directa y aquellas que pueden desarrollarse mediante recursos virtuales.

Las sesiones presenciales favorecen la ejecución motriz y la observación de procedimientos técnicos. Los espacios digitales permiten preparar contenidos y revisar experiencias prácticas. Zhang et al. (2025) investigan la participación estudiantil en clases universitarias de Educación Física mediante aprendizaje automático y modelos de ecuaciones estructurales. Su investigación aporta una perspectiva analítica para examinar factores vinculados con dicha participación.

La distribución temporal de las actividades constituye una decisión pedagógica relevante en los entornos híbridos. Los estudiantes pueden preparar contenidos teóricos antes de participar en sesiones deportivas y posteriormente analizar situaciones experimentadas durante la práctica. Tal secuencia permite aprovechar el tiempo presencial para tareas que requieren instalaciones y acompañamiento especializado. La organización académica necesita establecer períodos razonables de trabajo autónomo. Una distribución equilibrada evita sobrecargas y favorece la continuidad de los aprendizajes durante cada unidad formativa universitaria.

Las prácticas deportivas desarrolladas mediante modalidades híbridas requieren procedimientos de acompañamiento adaptados a las características de cada disciplina. En actividades individuales, el seguimiento puede centrarse en la evolución técnica y la comprensión de determinadas acciones motrices. Los deportes colectivos demandan atender relaciones tácticas y procesos de cooperación. La comunicación académica facilita resolver dudas surgidas fuera de las sesiones presenciales. Sin embargo, las orientaciones docentes necesitan considerar las condiciones materiales disponibles y las posibilidades reales de ejecución física.

La participación estudiantil constituye una dimensión que merece atención durante la organización de experiencias híbridas. Zhang et al. (2025) abordan su estudio mediante procedimientos de

aprendizaje automático y modelización estadística aplicados a clases universitarias de Educación Física. Su aproximación permite reconocer el interés investigativo por comprender variables relacionadas con el compromiso académico. En los entornos híbridos, dicho compromiso requiere actividades pertinentes y oportunidades de interacción. La presencia tecnológica debe acompañarse de experiencias que mantengan sentido educativo.

La autonomía estudiantil adquiere características particulares cuando parte de las actividades físico-deportivas se desarrolla fuera de las instalaciones universitarias. Los estudiantes necesitan organizar tiempos de práctica y reconocer condiciones adecuadas para ejecutar determinadas tareas. El profesorado debe establecer orientaciones comprensibles que permitan desarrollar actividades compatibles con las capacidades individuales. También resulta necesario delimitar ejercicios que requieren supervisión presencial. La responsabilidad compartida favorece experiencias formativas donde la independencia progresiva mantiene relación con criterios pedagógicos y preventivos definidos.

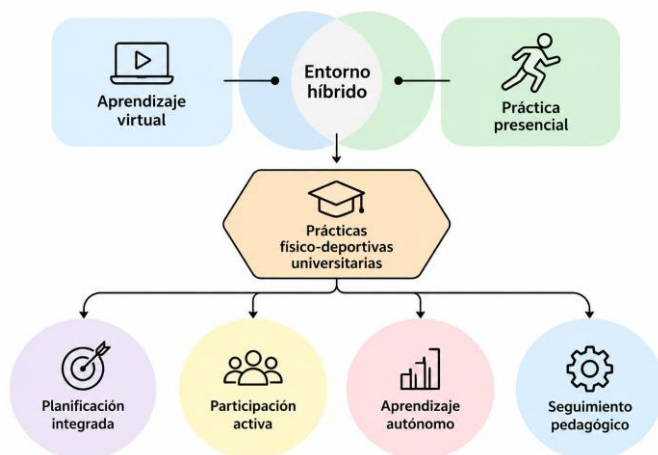
La evaluación en entornos híbridos demanda articular evidencias procedentes de diferentes momentos del aprendizaje. Las observaciones presenciales permiten valorar aspectos técnicos y comportamientos relacionados con la participación deportiva. Los trabajos virtuales facilitan examinar interpretaciones y decisiones fundamentadas. Zhang et al. (2025) emplean procedimientos analíticos para estudiar la participación en Educación Física universitaria. Su aproximación permite considerar la utilidad de examinar información educativa mediante métodos sistemáticos. La valoración académica requiere criterios transparentes y coherentes con cada actividad.

Las condiciones de seguridad adquieren especial relevancia cuando las prácticas físico-deportivas combinan espacios universitarios y escenarios externos. La selección de actividades debe considerar exigencias físicas y características del lugar donde

serán ejecutadas. Los estudiantes necesitan recibir indicaciones relacionadas con preparación corporal y prevención de lesiones. Las tareas autónomas requieren niveles de complejidad compatibles con la experiencia previa. El acompañamiento institucional debe contemplar procedimientos para comunicar dificultades y modificar actividades cuando existan circunstancias que comprometan su desarrollo.

Figura 3

Entornos híbridos en las prácticas físico-deportivas



La implementación de modalidades híbridas también requiere considerar diferencias en las condiciones de participación del estudiantado. La disponibilidad de espacios adecuados y recursos tecnológicos puede variar considerablemente entre personas. Por tal motivo, la planificación académica necesita ofrecer alternativas equivalentes cuando determinadas actividades presentan dificultades de acceso. La flexibilidad pedagógica permite mantener exigencias formativas sin desconocer realidades individuales. Los responsables universitarios deben establecer mecanismos de apoyo que favorezcan oportunidades educativas

razonablemente equitativas durante las experiencias deportivas programadas.

La consolidación de entornos híbridos en las prácticas físico-deportivas universitarias requiere evaluar periódicamente su funcionamiento pedagógico. Las experiencias desarrolladas permiten identificar actividades que necesitan mayor acompañamiento presencial y procedimientos susceptibles de trabajo autónomo. La participación estudiantil aporta información relevante para revisar decisiones metodológicas. La organización institucional debe garantizar continuidad entre espacios y responsabilidades académicas. Desde tal perspectiva, la modalidad híbrida adquiere pertinencia cuando favorece experiencias corporales significativas y mantiene condiciones adecuadas para el aprendizaje profesional universitario.

1.5. Personalización del aprendizaje motor mediante sistemas tecnológicos adaptativos

La personalización del aprendizaje motor adquiere nuevas posibilidades mediante sistemas tecnológicos adaptativos capaces de ajustar determinadas condiciones de enseñanza según las respuestas individuales. En la Educación Física universitaria, su aplicación permite atender diferencias relacionadas con experiencia motriz y capacidades funcionales. Cada estudiante presenta trayectorias corporales que influyen en la adquisición de habilidades. Reconocer tales particularidades requiere procedimientos pedagógicos sensibles a la diversidad. La adaptación tecnológica adquiere pertinencia cuando favorece experiencias formativas acordes con necesidades individuales identificadas previamente.

Los sistemas adaptativos emplean información procedente de diferentes actividades para establecer ajustes en las tareas de aprendizaje. Su funcionamiento puede considerar indicadores relacionados con precisión motriz y evolución del desempeño.

Tohănean et al. (2025) examinan innovaciones vinculadas con inteligencia artificial y tecnologías de información aplicadas a la Educación Física. Su revisión permite situar las herramientas inteligentes dentro de las transformaciones pedagógicas investigadas. La interpretación de sus posibilidades requiere considerar las características específicas de cada experiencia corporal universitaria.

La identificación de perfiles motores constituye una fase relevante para orientar experiencias personalizadas de aprendizaje. Los registros iniciales permiten reconocer diferencias en coordinación y dominio de habilidades específicas. A partir de dicha información pueden establecerse niveles de dificultad compatibles con las capacidades observadas. El diagnóstico requiere actividades representativas y criterios de valoración previamente definidos. Conviene recordar que el desempeño corporal presenta variaciones relacionadas con múltiples factores. Ningún registro aislado permite comprender íntegramente las necesidades formativas de una persona.

La adaptación progresiva de tareas permite modificar exigencias motrices conforme aparecen evidencias de aprendizaje. Determinados sistemas pueden ajustar parámetros relacionados con velocidad de ejecución y complejidad de los ejercicios. En actividades deportivas universitarias, tales modificaciones requieren considerar objetivos técnicos y condiciones de seguridad. El profesorado conserva la responsabilidad de valorar la pertinencia de cada ajuste. Una progresión adecuada necesita respetar los tiempos individuales sin reducir las oportunidades de experimentar situaciones motrices que favorezcan aprendizajes posteriores.

La retroalimentación adaptativa representa una aplicación de interés para comprender diferencias individuales durante la adquisición de habilidades. Tohănean et al. (2025) analizan el impacto pedagógico de innovaciones digitales en Educación Física mediante una revisión sistemática. Sus aportaciones permiten

examinar críticamente las posibilidades de incorporar información tecnológica en procesos educativos. Los mensajes derivados del análisis motriz deben formularse mediante orientaciones comprensibles. Su utilidad pedagógica depende de favorecer interpretaciones que permitan al estudiante reconocer avances y necesidades de mejora.

La variabilidad del movimiento plantea una dificultad particular para los sistemas que utilizan patrones de referencia. Una ejecución diferente no representa necesariamente un error técnico, pues puede responder a características antropométricas o estrategias funcionales individuales. En la formación universitaria resulta importante distinguir entre variaciones aceptables y movimientos que comprometen el propósito de la tarea. Los futuros profesionales necesitan interpretar los resultados tecnológicos desde conocimientos biomecánicos y pedagógicos, evitando correcciones uniformes que desconozcan la diversidad corporal.

El seguimiento longitudinal permite observar cambios en el aprendizaje motor durante períodos académicos definidos. Los registros sucesivos pueden mostrar avances, estancamientos y fluctuaciones que requieren explicaciones prudentes. Tohánean et al. (2025) estudian tanto las innovaciones digitales como sus dificultades de aplicación en Educación Física. Su revisión ofrece una referencia para valorar el uso de información tecnológica sin atribuirle certezas. La lectura de tendencias necesita contrastarse con observaciones directas y con las condiciones reales de práctica.

La personalización también exige considerar la experiencia subjetiva del estudiante durante las tareas motrices. La percepción de esfuerzo, la confianza y el interés por una actividad aportan información que los indicadores automáticos pueden representar de manera incompleta. Por ello, las decisiones adaptativas requieren espacios de diálogo entre docentes y estudiantes. Escuchar las dificultades expresadas permite modificar actividades con mayor sensibilidad pedagógica. El aprendizaje corporal

involucra vivencias personales que no siempre quedan reflejadas en registros numéricos.

El empleo de sistemas adaptativos plantea preguntas sobre transparencia y protección de información corporal. Los estudiantes deben conocer qué registros se obtienen y para qué propósitos académicos serán utilizados. También conviene establecer límites para el almacenamiento y acceso a datos personales. Las decisiones automatizadas necesitan procedimientos de revisión humana cuando producen recomendaciones discutibles. En el ámbito universitario, enseñar a cuestionar tales resultados forma parte de una preparación profesional responsable frente a tecnologías cada vez más avanzadas.

La incorporación de sistemas adaptativos en la enseñanza del movimiento requiere comprobar su utilidad mediante experiencias formativas cuidadosamente diseñadas. La comparación entre objetivos previstos y aprendizajes observados permite reconocer ajustes pertinentes. También interesa examinar si las adaptaciones favorecen la autonomía o generan dependencia de indicaciones automáticas. La universidad debe preparar profesionales capaces de decidir cuándo utilizar tales herramientas y cuándo prescindir de ellas. El criterio pedagógico permanece vinculado al conocimiento corporal y al juicio profesional.

1.6. Alfabetización tecnológica y pensamiento crítico en la formación de docentes y entrenadores deportivos

La alfabetización tecnológica en la formación universitaria de docentes y entrenadores deportivos adquiere relevancia ante la creciente presencia de herramientas digitales en el ejercicio profesional. Su desarrollo comprende capacidades para comprender principios de funcionamiento y valorar aplicaciones educativas. El pensamiento crítico permite examinar información tecnológica sin aceptar automáticamente sus resultados. Ambas

dimensiones requieren experiencias formativas que relacionen conocimientos científicos con decisiones profesionales. La universidad debe promover criterios fundamentados para utilizar tecnologías de manera responsable en diferentes escenarios laborales.

La comprensión del funcionamiento tecnológico constituye una condición necesaria para interpretar adecuadamente sus aplicaciones profesionales. Los futuros docentes y entrenadores necesitan reconocer diferencias entre procedimientos automatizados y decisiones fundamentadas en conocimientos disciplinares. Castillo-Martínez et al. (2024) presentan una revisión sistemática sobre inteligencia artificial en educación superior que permite reconocer diversas líneas de investigación relacionadas con su incorporación académica. Tal aportación ofrece elementos para examinar las posibilidades formativas de herramientas inteligentes y sus implicaciones dentro de la preparación universitaria.

El pensamiento crítico adquiere expresión concreta cuando los estudiantes examinan afirmaciones relacionadas con la eficacia de determinados recursos tecnológicos. La publicidad comercial suele presentar dispositivos mediante indicadores de precisión y rendimiento que requieren comprobación independiente. Durante la formación universitaria resulta pertinente analizar evidencias científicas y reconocer limitaciones metodológicas. Una valoración fundamentada exige distinguir entre resultados experimentales y promesas de aplicación profesional. El aprendizaje de criterios críticos contribuye a evitar decisiones sustentadas exclusivamente en información promocional de productos tecnológicos.

La interpretación de resultados generados mediante inteligencia artificial requiere conocimientos relacionados con la procedencia y calidad de los datos utilizados. Los estudiantes deben comprender que los sistemas automatizados pueden producir respuestas incorrectas o insuficientemente fundamentadas.

Castillo-Martínez et al. (2024) examinan investigaciones sobre inteligencia artificial en educación superior y ofrecen una referencia para estudiar sus aplicaciones académicas. La preparación profesional necesita desarrollar procedimientos de verificación que permitan contrastar información tecnológica con conocimientos científicos y experiencias pedagógicas pertinentes.

La alfabetización tecnológica también comprende capacidades para formular preguntas adecuadas frente a problemas profesionales. Un entrenador necesita determinar qué información resulta pertinente antes de seleccionar herramientas destinadas al análisis deportivo. De manera semejante, el docente debe reconocer las características educativas de una actividad antes de incorporar recursos digitales. La selección tecnológica requiere considerar objetivos y condiciones de aplicación. Formular interrogantes fundamentados permite evitar decisiones improvisadas y favorece una relación reflexiva entre necesidades profesionales y posibilidades instrumentales disponibles.

La formación del pensamiento crítico requiere espacios académicos donde puedan discutirse interpretaciones diferentes sobre una misma evidencia tecnológica. El análisis de casos permite reconocer discrepancias entre resultados automatizados y observaciones profesionales. Durante tales actividades, los estudiantes necesitan justificar sus posiciones mediante argumentos verificables. La discusión colectiva favorece la revisión de creencias personales y el reconocimiento de incertidumbres. El profesorado debe orientar intercambios rigurosos que permitan cuestionar procedimientos sin desestimar anticipadamente las posibilidades educativas de la innovación tecnológica.

La utilización académica de inteligencia artificial plantea interrogantes relacionados con autoría y responsabilidad intelectual. Castillo-Martínez et al. (2024) reúnen investigaciones sobre su presencia en educación superior y permiten situar el debate dentro de las transformaciones universitarias

contemporáneas. En la preparación de docentes y entrenadores, resulta necesario distinguir entre asistencia tecnológica y elaboración intelectual propia. Los estudiantes deben aprender a verificar contenidos generados automáticamente y reconocer su responsabilidad frente a información utilizada en trabajos académicos.

La alfabetización tecnológica requiere comprender las consecuencias sociales de utilizar herramientas digitales en diferentes escenarios deportivos. Los procedimientos de recopilación de información pueden afectar la privacidad de deportistas y estudiantes cuando carecen de medidas adecuadas. La preparación universitaria debe promover conocimientos relacionados con consentimiento y tratamiento responsable de registros personales. También interesa examinar posibles sesgos presentes en sistemas automatizados. El criterio profesional exige reconocer que las decisiones tecnológicas pueden producir efectos diferentes según las características individuales.

El desarrollo de capacidades críticas demanda estrategias de evaluación que permitan observar procesos de razonamiento y argumentación profesional. Los estudiantes pueden examinar informes tecnológicos y elaborar valoraciones fundamentadas sobre su pertinencia. La calidad de tales ejercicios depende de criterios relacionados con precisión conceptual y reconocimiento de limitaciones. Conviene valorar la capacidad para identificar información insuficiente y proponer procedimientos de comprobación. La evaluación universitaria debe reconocer el razonamiento autónomo como parte del desempeño profesional esperado.

La formación de docentes y entrenadores tecnológicamente alfabetizados requiere mantener una actitud de aprendizaje permanente frente a nuevas herramientas profesionales. La actualización de conocimientos debe acompañarse de criterios que permitan valorar evidencias y

reconocer incertidumbres. Las instituciones universitarias tienen responsabilidad en la creación de experiencias académicas que favorezcan independencia intelectual. El ejercicio profesional demanda personas capaces de cuestionar resultados y fundamentar decisiones. La alfabetización tecnológica adquiere profundidad cuando fortalece el juicio humano frente a procedimientos automatizados.

Tabla 1
Transformación digital y enfoques pedagógicos en la formación universitaria de Educación Física

Ejes temáticos	Aportes a la formación universitaria
Ecosistemas digitales de aprendizaje	Articulan recursos tecnológicos y experiencias presenciales para favorecer la continuidad educativa. Facilitan el acceso al conocimiento especializado y fortalecen la interacción académica.
Modelos pedagógicos mediados por tecnologías inteligentes	Incorporan herramientas de análisis del movimiento para enriquecer las estrategias didácticas. Favorecen la participación activa y la interpretación fundamentada del desempeño motor.
Innovación curricular y competencias digitales	Promueven la actualización de los perfiles profesionales mediante capacidades tecnológicas vinculadas con la enseñanza y el entrenamiento deportivo. Fortalecen la preparación para responder a nuevas exigencias laborales.
Entornos híbridos de enseñanza y aprendizaje	Combinan actividades presenciales y virtuales mediante una planificación pedagógica articulada. Favorecen la autonomía estudiantil y permiten diversificar las experiencias físico-deportivas universitarias.
Personalización del aprendizaje motor	Aprovecha sistemas tecnológicos adaptativos para ajustar actividades según las características individuales. Facilita el seguimiento del progreso motoriz y la adecuación de las exigencias formativas.

Nota. Elaboración propia a partir de los ejes temáticos del capítulo 1 del libro *Innovación tecnológica en la Educación Física y el entrenamiento deportivo*.

Capítulo II

Inteligencia artificial y analítica avanzada en la Educación Física y el entrenamiento deportivo

-

La inteligencia artificial ha comenzado a modificar las formas de comprender y organizar los procesos educativos vinculados con la actividad física y el entrenamiento deportivo. En las universidades, su incorporación abre posibilidades para relacionar conocimientos científicos con procedimientos tecnológicos capaces de interpretar información compleja. El interés académico por tales herramientas responde a la necesidad de fortalecer una formación profesional atenta a las transformaciones contemporáneas. Su aprovechamiento requiere examinar las implicaciones pedagógicas que acompañan cada aplicación.

La transformación digital de la Educación Física adquiere profundidad cuando las tecnologías inteligentes participan en actividades relacionadas con la enseñanza y el estudio del movimiento humano. Hu et al. (2024) analizan las tendencias de modernización de la disciplina mediante inteligencia artificial y reconocen nuevas direcciones para la investigación. Desde una perspectiva universitaria, tales avances plantean preguntas sobre las competencias que necesitan desarrollar los futuros profesionales para comprender los sistemas digitales y utilizarlos con fundamento pedagógico.

La formación superior enfrenta el compromiso de preparar profesionales capaces de interpretar información y tomar decisiones fundamentadas en escenarios educativos y deportivos cambiantes. La inteligencia artificial generativa amplía los recursos disponibles para elaborar experiencias didácticas y examinar situaciones profesionales. Sin embargo, su presencia también demanda revisar los criterios que orientan la planificación académica. El conocimiento disciplinar conserva su importancia porque permite valorar la pertinencia de los contenidos producidos y reconocer sus limitaciones durante la práctica educativa.

El estudio computacional del movimiento representa otra dimensión de las transformaciones tecnológicas que atraviesan la

preparación profesional. Gao et al. (2024) investigan métodos de clasificación de videos deportivos mediante técnicas de aprendizaje profundo y aportan elementos para comprender el reconocimiento automatizado de actividades físicas. Tales investigaciones acercan al ámbito universitario procedimientos que requieren conocimientos biomecánicos y capacidades de interpretación digital. La formación académica encuentra aquí oportunidades para relacionar observación corporal y análisis científico del desempeño deportivo.

Figura 4

Aplicaciones de la inteligencia artificial en la Educación Física universitaria



La creciente disponibilidad de información deportiva también modifica las preguntas que orientan la planificación del entrenamiento. Los registros acumulados permiten examinar relaciones entre características individuales y manifestaciones del rendimiento. Sarlis y Tjortjis (2024) estudian mediante minería de datos la influencia de variables relacionadas con edad y lesiones en el desempeño de jugadores profesionales de baloncesto. Su investigación ofrece una referencia para comprender el alcance de los análisis cuantitativos y las precauciones necesarias al interpretar asociaciones estadísticas.

El desarrollo de tecnologías capaces de interpretar imágenes corporales plantea nuevas posibilidades para estudiar la ejecución técnica en diferentes disciplinas deportivas. La observación mediada por sistemas inteligentes puede enriquecer el trabajo académico cuando responde a propósitos formativos definidos. No obstante, la incorporación de herramientas digitales también puede generar dificultades operativas. Zha et al. (2025) examinan críticamente las relaciones entre inteligencia artificial y eficiencia docente en Educación Física, una preocupación pertinente para valorar decisiones institucionales sobre innovación tecnológica.

La evaluación del aprendizaje motor también participa de la renovación tecnológica mediante entornos interactivos que permiten registrar respuestas y acompañar experiencias de práctica. Park et al. (2025) investigan la efectividad de un programa de actividad física basado en juegos digitales e inteligencia artificial dirigido a escolares. Aunque corresponde a una población diferente de la universitaria, su estudio permite reconocer posibilidades de aplicación educativa. La adaptación de tales recursos exige considerar las particularidades de cada etapa formativa.

La incorporación de sistemas inteligentes adquiere mayor complejidad cuando diferentes tecnologías participan conjuntamente en experiencias de preparación deportiva. Lv et al. (2025) presentan una propuesta de entrenamiento táctico en baloncesto basada en gemelos digitales y aprendizaje federado. Su investigación permite apreciar la convergencia entre representación digital y procesamiento distribuido de información. Para las instituciones universitarias, tales desarrollos plantean necesidades de actualización académica y criterios responsables para seleccionar tecnologías compatibles con sus propósitos educativos.

Junto con las oportunidades de innovación aparecen interrogantes relacionados con la privacidad y la responsabilidad

institucional frente al tratamiento de información personal. Los entornos universitarios reúnen condiciones particulares porque las actividades formativas pueden generar registros corporales vinculados con estudiantes identificables. La utilización de inteligencia artificial requiere establecer criterios de transparencia y mecanismos de supervisión adecuados. Tales responsabilidades forman parte de una cultura académica que reconoce los derechos individuales y promueve decisiones tecnológicas sometidas a evaluación permanente.

El capítulo aborda la inteligencia artificial y la analítica avanzada desde su relación con la enseñanza universitaria y la preparación deportiva. La exposición avanza desde las posibilidades de creación didáctica hacia el estudio computacional del movimiento y la interpretación predictiva del rendimiento. Posteriormente, examina aplicaciones de reconocimiento técnico y retroalimentación motriz antes de abordar las responsabilidades éticas e institucionales. La articulación de tales perspectivas permite comprender una transformación educativa que demanda conocimiento científico y criterio profesional.

2.1. Inteligencia artificial generativa aplicada al diseño de experiencias didácticas en Educación Física universitaria

La inteligencia artificial generativa está ampliando las posibilidades de planificación didáctica en la Educación Física universitaria mediante la producción de recursos adaptados a diferentes propósitos formativos. Su aplicación permite elaborar secuencias de aprendizaje que relacionan fundamentos científicos con situaciones prácticas del movimiento humano. En el ámbito universitario, adquiere especial interés cuando facilita la articulación entre conocimientos disciplinares y experiencias corporales significativas. Su incorporación exige decisiones

pedagógicas fundamentadas que preserven la participación activa del estudiantado durante el proceso educativo.

El diseño de experiencias didácticas mediante inteligencia artificial generativa comienza con la identificación de resultados de aprendizaje vinculados al desarrollo motor y la formación profesional. A partir de tales propósitos, el profesorado puede construir actividades que integren explicaciones conceptuales y ejercicios de aplicación. Hu et al. (2024) examinan la transformación inteligente de la Educación Física y reconocen oportunidades para renovar sus prácticas educativas. Desde esa perspectiva, la generación automatizada de contenidos adquiere pertinencia cuando responde a necesidades curriculares claramente definidas.

Una aplicación particularmente relevante corresponde a la elaboración de situaciones didácticas que aproximan al alumnado a problemas habituales del ejercicio profesional. Mediante instrucciones cuidadosamente formuladas, pueden generarse casos relacionados con la enseñanza deportiva y la organización de sesiones prácticas. Cada situación admite modificaciones según el nivel de formación y las competencias previstas. El valor educativo aparece cuando los estudiantes contrastan las propuestas generadas con principios científicos y toman decisiones justificadas mediante argumentos propios de su preparación universitaria y profesional.

La personalización de las actividades representa otra posibilidad para atender la diversidad de trayectorias formativas presentes en las aulas universitarias. Los sistemas generativos permiten proponer variantes de una tarea considerando conocimientos previos y niveles de dominio técnico. Tal flexibilidad resulta pertinente en grupos donde conviven experiencias deportivas heterogéneas. Sin embargo, corresponde al docente valorar la viabilidad de cada adaptación y comprobar su

correspondencia con las condiciones materiales y las capacidades reales de quienes participan en la práctica.

La construcción de experiencias basadas en simulaciones pedagógicas permite trabajar decisiones profesionales antes de intervenir directamente en escenarios deportivos. Un estudiante puede examinar propuestas de enseñanza generadas para diferentes edades y reconocer dificultades relacionadas con la organización de las tareas. Hu et al. (2024) identifican tendencias de transformación tecnológica que abren nuevas posibilidades para la Educación Física. En términos didácticos, tales recursos favorecen el análisis anticipado de situaciones cuya resolución demanda criterio pedagógico y conocimiento disciplinar especializado.

La producción de materiales didácticos multimodales amplía las formas de presentar contenidos relacionados con habilidades motrices y procedimientos de enseñanza. Guiones explicativos y representaciones visuales pueden organizarse mediante herramientas generativas para acompañar las sesiones presenciales. Su utilidad depende de la precisión conceptual y de la correspondencia entre las representaciones producidas y la ejecución corporal esperada. Conviene recordar que una explicación técnicamente convincente puede contener errores biomecánicos que requieren revisión especializada antes de incorporarse al trabajo práctico universitario.

La interacción con herramientas generativas también puede incorporarse a actividades de aprendizaje colaborativo orientadas al diseño de propuestas motrices. Los estudiantes elaboran instrucciones y examinan respuestas para construir alternativas de intervención educativa. Durante el intercambio, discuten criterios metodológicos y revisan las decisiones adoptadas. El profesorado acompaña el proceso mediante preguntas que exigen fundamentación disciplinar. De manera progresiva, la producción automatizada se convierte en un objeto de análisis

compartido que estimula la deliberación académica y profesional responsable.

La evaluación de experiencias diseñadas con inteligencia artificial generativa requiere considerar tanto los productos elaborados como los razonamientos desarrollados durante su construcción. Las rúbricas pueden valorar la pertinencia metodológica y la capacidad para justificar modificaciones de las actividades propuestas. En relación con la transformación inteligente de la disciplina, Hu et al. (2024) plantean líneas de investigación que permiten reconocer nuevas oportunidades tecnológicas. Su aprovechamiento educativo demanda instrumentos de valoración coherentes con las competencias profesionales del estudiantado universitario.

La integración curricular de recursos generativos plantea responsabilidades relacionadas con la autoría académica y la fiabilidad de los contenidos producidos. En las asignaturas de Educación Física, corresponde establecer criterios explícitos para documentar su utilización y verificar las recomendaciones técnicas. También resulta necesario evitar que la facilidad de producción sustituya la observación directa del movimiento. La experiencia corporal conserva una función insustituible en la formación universitaria porque permite reconocer sensaciones y respuestas motrices difíciles de representar digitalmente.

La incorporación pedagógica de inteligencia artificial generativa adquiere mayor consistencia cuando forma parte de procesos de diseño didáctico sometidos a revisión continua. El profesorado necesita examinar la pertinencia de las actividades y recoger evidencias de aprendizaje durante su aplicación. En Educación Física universitaria, dicha revisión permite ajustar las propuestas a las particularidades de cada grupo. La calidad formativa depende de mantener una relación reflexiva entre las posibilidades tecnológicas y la experiencia docente acumulada en escenarios educativos reales.

2.2. Aprendizaje automático para la identificación de patrones de movimiento y rendimiento físico

El aprendizaje automático ofrece nuevas posibilidades para estudiar el movimiento humano mediante procedimientos capaces de reconocer regularidades en grandes conjuntos de datos. En la Educación Física universitaria, su aplicación permite examinar características de la ejecución motriz que pueden pasar inadvertidas durante la observación convencional. Los modelos computacionales identifican relaciones entre variables cinemáticas y manifestaciones del rendimiento físico. Su aprovechamiento académico requiere comprender los principios del análisis automatizado y las condiciones que determinan la interpretación de sus resultados.

La identificación de patrones motrices comienza con la recopilación de información procedente de grabaciones audiovisuales y dispositivos de medición corporal. Los datos obtenidos describen aspectos relacionados con trayectorias articulares y cambios de velocidad durante la ejecución. Posteriormente, los algoritmos procesan las observaciones para reconocer características recurrentes. Gao et al. (2024) abordan la clasificación de videos deportivos mediante técnicas de aprendizaje profundo, una línea de investigación que permite examinar el potencial de los modelos computacionales para distinguir actividades físicas registradas digitalmente.

La calidad de los registros constituye una condición determinante para desarrollar modelos capaces de reconocer movimientos con precisión. Las variaciones de iluminación y los cambios de perspectiva pueden alterar la información extraída de las imágenes. También influyen la frecuencia de captura y la visibilidad de los segmentos corporales. En la formación universitaria, comprender tales limitaciones favorece una lectura crítica de los resultados y permite distinguir entre irregularidades

reales de la ejecución y errores derivados del procesamiento tecnológico.

El reconocimiento automatizado de acciones deportivas puede desarrollarse mediante arquitecturas de aprendizaje profundo entrenadas para distinguir características visuales de diferentes movimientos. Gao et al. (2024) investigan procedimientos de clasificación audiovisual apoyados en mejoras de modelos computacionales. Su planteamiento resulta pertinente para comprender la identificación de actividades mediante información visual. En el ámbito académico, tales procedimientos pueden utilizarse como referencia para estudiar secuencias motrices y examinar diferencias observables entre ejecuciones registradas bajo condiciones de medición comparables.

La identificación de regularidades temporales permite analizar la organización de movimientos que presentan fases sucesivas y relaciones de coordinación. Durante una carrera o un salto pueden registrarse variaciones en la duración de los apoyos y en la disposición de los segmentos corporales. El aprendizaje automático facilita reconocer asociaciones entre tales características cuando existen datos suficientes. Sin embargo, la interpretación biomecánica exige considerar las particularidades individuales y las condiciones de ejecución que influyen en cada respuesta motriz observada.

El análisis del rendimiento físico mediante aprendizaje automático permite examinar relaciones entre indicadores funcionales y características de la ejecución deportiva. Variables como la aceleración y la frecuencia de movimiento pueden estudiarse conjuntamente para reconocer tendencias individuales. Su interpretación requiere distinguir las fluctuaciones habituales de aquellas modificaciones que merecen atención técnica. En la enseñanza universitaria, trabajar con registros longitudinales favorece la comprensión de los procesos de adaptación y desarrolla

competencias para interpretar información cuantitativa procedente del entrenamiento físico.

La comparación de ejecuciones deportivas mediante sistemas automatizados requiere establecer criterios de referencia compatibles con las características de cada disciplina. Gao et al. (2024) estudian métodos de clasificación de videos deportivos basados en aprendizaje profundo mejorado. Su investigación aporta elementos para comprender el reconocimiento computacional de actividades mediante registros visuales. Desde una perspectiva formativa, tales procedimientos permiten discutir las diferencias entre clasificar correctamente una acción y valorar su calidad técnica con fundamentos biomecánicos pertinentes y criterios profesionales.

Figura 5

Aprendizaje automático y patrones del rendimiento físico



La incorporación de modelos predictivos al estudio del rendimiento plantea interrogantes sobre la interpretación de las asociaciones identificadas. Una relación estadística entre variables motrices no demuestra necesariamente que exista causalidad entre ellas. Por tal motivo, los resultados deben examinarse considerando las condiciones de entrenamiento y las características de los participantes. En las asignaturas universitarias, el análisis de predicciones constituye una oportunidad para fortalecer el

razonamiento científico y reconocer los límites de las inferencias obtenidas mediante procedimientos computacionales.

El tratamiento de información motriz mediante aprendizaje automático también demanda criterios de protección de datos y responsabilidad investigativa. Los registros audiovisuales pueden revelar características personales que requieren consentimiento informado y medidas adecuadas de resguardo. Además, los modelos entrenados con poblaciones reducidas pueden presentar dificultades al aplicarse a participantes con características diferentes. Reconocer tales restricciones forma parte de la preparación profesional universitaria y contribuye a desarrollar prácticas de investigación respetuosas con la diversidad corporal y humana.

La formación universitaria en aprendizaje automático aplicado al movimiento requiere experiencias que relacionen fundamentos biomecánicos con procedimientos de análisis computacional. El estudiantado necesita comprender las posibilidades de clasificación y reconocer las condiciones que afectan su precisión. Mediante el examen de registros deportivos puede contrastar resultados automatizados con observaciones fundamentadas. Tal integración fortalece la capacidad para interpretar evidencias motrices y formular decisiones profesionales responsables dentro de los procesos de enseñanza y entrenamiento deportivo universitario contemporáneo.

2.3. Analítica predictiva en la planificación y regulación de las cargas del entrenamiento deportivo

La analítica predictiva permite examinar la evolución probable de las respuestas al entrenamiento mediante modelos contruidos con registros históricos y mediciones recientes. En el deporte universitario, su aplicación ofrece criterios adicionales para distribuir esfuerzos durante ciclos de preparación y competición. La planificación adquiere precisión cuando relaciona las exigencias

de cada disciplina con la disponibilidad física del alumnado. Sin embargo, toda proyección conserva un margen de incertidumbre que debe reconocerse antes de modificar las cargas programadas.

El punto de partida consiste en diferenciar la carga externa realizada de la respuesta interna experimentada por cada deportista. Distancias recorridas, repeticiones y velocidades describen el trabajo ejecutado. La frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo aportan información complementaria sobre su repercusión fisiológica. Al integrar registros sucesivos, los modelos predictivos pueden detectar tendencias útiles para anticipar necesidades de recuperación. La consistencia de las mediciones sistemáticas resulta indispensable para evitar interpretaciones basadas en variaciones instrumentales.

La construcción de pronósticos requiere organizar series temporales que reflejen tanto la exposición al esfuerzo como los cambios observados en el rendimiento. Los datos incompletos y las modificaciones del calendario pueden distorsionar las estimaciones. Por ello, la preparación de las bases exige documentar ausencias y distinguir sesiones ordinarias de encuentros competitivos. En la formación superior, tales procedimientos permiten comprender que la capacidad predictiva depende tanto del método estadístico como de la calidad del registro cotidiano.

Las diferencias individuales adquieren relevancia cuando se intenta anticipar la tolerancia a determinadas cargas. La edad deportiva, el historial de participación y las interrupciones del entrenamiento pueden modificar las respuestas esperadas. Sarlis y Tjortjis (2024) analizan relaciones entre edad, lesiones y rendimiento en jugadores de la NBA mediante minería de datos. Aunque su investigación aborda un entorno profesional específico, permite discutir la necesidad de considerar características personales al interpretar asociaciones estadísticas vinculadas al desempeño deportivo.

En la regulación semanal del entrenamiento, las predicciones pueden orientar ajustes graduales de volumen e intensidad cuando aparecen señales persistentes de fatiga. Una estimación desfavorable merece contrastarse con observaciones técnicas y con la percepción del propio deportista. La decisión también depende de los objetivos inmediatos y del tiempo disponible para recuperarse. En programas universitarios, donde conviven obligaciones académicas y deportivas, dicha valoración conjunta resulta especialmente pertinente para evitar modificaciones automáticas carentes de justificación pedagógica suficiente.

Los periodos de competición presentan dificultades particulares porque concentran esfuerzos de intensidad variable y oportunidades limitadas de recuperación. Los modelos pueden estimar escenarios de respuesta a diferentes distribuciones de carga, siempre que dispongan de información pertinente. Conviene interpretar tales escenarios como probabilidades condicionadas por los datos disponibles. La aparición de molestias o cambios imprevistos en la participación exige revisar las estimaciones. Ninguna proyección reemplaza la evaluación clínica y profesional cuando existen indicios de afectación física.

El estudio de las lesiones requiere especial prudencia al trasladar asociaciones estadísticas hacia decisiones preventivas. Sarlis y Tjortjis (2024) examinan el impacto de las lesiones sobre indicadores de rendimiento y variables económicas en baloncesto profesional. Sus resultados pertenecen a un ámbito distinto de la prescripción individual de cargas. En consecuencia, pueden servir para debatir consecuencias deportivas, institucionales y organizativas de las lesiones, pero no justifican atribuir capacidad diagnóstica a modelos predictivos utilizados en programas universitarios.

La validación de un modelo exige comprobar su comportamiento con registros que no participaron en el proceso de

entrenamiento computacional. También conviene comparar sus estimaciones con criterios sencillos de referencia y revisar errores según diferentes perfiles deportivos. Un sistema aparentemente preciso puede fallar durante cambios de temporada o ante grupos poco representados. Incorporar ejercicios de validación en asignaturas universitarias fortalece la comprensión de la incertidumbre y evita aceptar pronósticos deportivos únicamente por su apariencia matemática.

La utilización de predicciones en equipos universitarios plantea responsabilidades relacionadas con la confidencialidad y la comunicación de resultados. Los indicadores de fatiga o disponibilidad física pueden influir en decisiones de participación y requieren tratamiento estrictamente reservado. Es importante explicar al alumnado qué datos se recopilan y para qué decisiones serán utilizados. La transparencia también implica reconocer errores posibles y permitir que los deportistas comuniquen sensaciones discrepantes sin quedar subordinados a una puntuación numérica generada automáticamente.

La enseñanza de la analítica predictiva alcanza mayor profundidad cuando el estudiantado interpreta escenarios reales de planificación y argumenta sus decisiones. Comparar pronósticos con respuestas observadas permite revisar criterios de regulación y reconocer factores omitidos en los registros. El profesorado puede plantear casos donde una misma estimación admita decisiones distintas según los objetivos deportivos. De ese trabajo surge una competencia profesional relevante: utilizar información probabilística con prudencia y mantener la responsabilidad sobre las cargas prescritas.

2.4. Visión artificial y reconocimiento automatizado de gestos técnicos deportivos

La visión artificial permite examinar gestos técnicos deportivos mediante sistemas capaces de procesar imágenes y

reconocer configuraciones corporales durante la ejecución motriz. En la Educación Física universitaria, su utilización amplía las posibilidades de observación al proporcionar registros visuales susceptibles de revisión detallada. El interés pedagógico reside en relacionar la información obtenida con fundamentos biomecánicos y criterios técnicos específicos. Su aplicación requiere comprender las condiciones de captura y las limitaciones interpretativas de los procedimientos automatizados empleados.

El reconocimiento automatizado comienza con la localización de referencias anatómicas visibles en secuencias audiovisuales. Los sistemas estiman posiciones articulares y relaciones espaciales que permiten describir la disposición corporal durante diferentes acciones deportivas. A partir de tales referencias pueden calcularse desplazamientos y variaciones angulares. Sin embargo, la precisión depende de factores como la resolución y la perspectiva de grabación. En ambientes universitarios, controlar tales condiciones facilita obtener registros comparables y reducir errores durante el análisis técnico posterior.

La estimación de la postura corporal mediante modelos computacionales permite representar movimientos a través de estructuras digitales articuladas. Tales representaciones facilitan observar cambios de posición durante lanzamientos y desplazamientos deportivos. Su interpretación exige distinguir entre coordenadas obtenidas directamente de las imágenes y reconstrucciones tridimensionales calculadas mediante procedimientos adicionales. Una representación visual convincente puede contener imprecisiones relevantes. Por ello, el análisis universitario debe examinar la correspondencia entre las mediciones digitales y los principios biomecánicos del gesto estudiado.

La segmentación temporal de los gestos permite identificar momentos específicos dentro de una ejecución deportiva continua. En un lanzamiento pueden distinguirse la preparación y la

liberación del implemento mediante cambios observables en las posiciones corporales. El reconocimiento automatizado facilita localizar tales acontecimientos cuando existen referencias técnicas previamente definidas. Para el estudiantado universitario, examinar dichas secuencias favorece una comprensión detallada de la organización del movimiento y de las relaciones funcionales entre sus diferentes fases de ejecución.

Figura 6

Visión artificial y reconocimiento de gestos deportivos



La retroalimentación visual automatizada puede aportar información inmediata sobre determinadas características de una ejecución técnica. Sin embargo, su utilización exige valorar la oportunidad y cantidad de indicaciones proporcionadas. Zha et al. (2025) examinan críticamente la relación entre inteligencia artificial y eficiencia docente en Educación Física primaria. Aunque su investigación corresponde a otro nivel educativo, permite reconocer que la incorporación tecnológica requiere evaluar sus efectos sobre la enseñanza y evitar intervenciones que dificulten la atención pedagógica.

El análisis comparativo de ejecuciones permite estudiar diferencias entre patrones técnicos mediante referencias audiovisuales obtenidas bajo condiciones semejantes. Las

variaciones observadas pueden relacionarse con modificaciones de trayectoria y amplitud articular. No obstante, una desviación respecto de un patrón de referencia carece de significado pedagógico automático. La diversidad antropométrica y las particularidades funcionales influyen en la organización motriz. En la formación universitaria, interpretar tales diferencias exige evitar correcciones uniformes que desconozcan características individuales relevantes.

La aplicación de visión artificial durante sesiones prácticas plantea dificultades operativas relacionadas con la ubicación de cámaras y la continuidad del registro. Las oclusiones corporales y los movimientos rápidos pueden reducir la fiabilidad de las estimaciones. Zha et al. (2025) advierten sobre posibles tensiones entre incorporación de inteligencia artificial y eficiencia de la enseñanza. Tal planteamiento invita a examinar el tiempo destinado a configurar dispositivos frente al aprovechamiento pedagógico de la información obtenida durante la práctica deportiva.

La utilización de registros audiovisuales requiere establecer procedimientos responsables para proteger la imagen y los datos personales del estudiantado. La autorización de grabación debe acompañarse de criterios claros sobre almacenamiento y acceso a los materiales. También conviene limitar la identificación individual cuando los propósitos académicos puedan cumplirse mediante registros anonimizados. En proyectos universitarios, tales precauciones forman parte de la formación investigativa y permiten desarrollar competencias tecnológicas respetuosas con los derechos de quienes participan.

La preparación docente para utilizar reconocimiento automatizado exige capacidades que van más allá del manejo instrumental de aplicaciones digitales. Resulta necesario interpretar indicadores visuales y reconocer situaciones donde las estimaciones pierden validez. Zha et al. (2025) aportan una

perspectiva crítica sobre las dificultades que pueden acompañar la integración de inteligencia artificial en la enseñanza de Educación Física. Su discusión permite fundamentar una incorporación gradual de herramientas que responda a necesidades didácticas verificables y condiciones institucionales reales.

La visión artificial adquiere pertinencia formativa cuando sus resultados contribuyen a formular preguntas técnicas y contrastar observaciones durante la práctica deportiva. El estudiantado puede examinar secuencias audiovisuales y justificar correcciones mediante conocimientos biomecánicos previamente adquiridos. La intervención docente conserva responsabilidad sobre la interpretación y pertinencia de cada orientación. Desde tal perspectiva, el reconocimiento automatizado amplía los recursos disponibles para estudiar gestos deportivos mientras mantiene la experiencia corporal como referencia principal del aprendizaje técnico universitario.

2.5. Sistemas inteligentes de retroalimentación para la evaluación del aprendizaje motor

Los sistemas inteligentes de retroalimentación permiten examinar el aprendizaje motor mediante respuestas informativas vinculadas con la ejecución de tareas físicas. En la Educación Física universitaria, su aplicación ofrece oportunidades para acompañar procesos de adquisición técnica y reconocer cambios durante la práctica. Su valor pedagógico depende de la relación entre información proporcionada y objetivos formativos. La evaluación adquiere mayor profundidad cuando considera tanto la calidad del movimiento como la capacidad del estudiante para comprender sus propias decisiones motrices.

La retroalimentación automatizada puede organizarse mediante indicadores relacionados con la precisión y la estabilidad de determinadas acciones corporales. Los sistemas procesan registros de ejecución y generan mensajes asociados con criterios

previamente establecidos. Para que tales respuestas resulten comprensibles, conviene utilizar expresiones vinculadas con aspectos observables del movimiento. En ambientes universitarios, la claridad informativa facilita que el alumnado identifique dificultades específicas y examine alternativas de corrección sin depender permanentemente de instrucciones externas durante cada práctica.

La oportunidad temporal de la retroalimentación influye en la manera de interpretar y utilizar la información recibida. Durante determinadas tareas, las indicaciones inmediatas pueden facilitar ajustes relacionados con la seguridad o la organización del gesto. En otras situaciones, una comunicación posterior favorece la reflexión sobre la ejecución completa. La elección requiere considerar la complejidad motriz y la experiencia previa del estudiante. Un exceso de mensajes puede fragmentar la atención y dificultar la consolidación de referencias corporales propias.

Los entornos digitales interactivos permiten vincular tareas físicas con respuestas visuales y mecanismos de seguimiento del desempeño. Park et al. (2025) investigan la efectividad de un programa de actividad física basado en juegos digitales denominado AI-FIT en escolares de educación primaria. Su trabajo aporta una referencia sobre aplicaciones tecnológicas orientadas a la condición física. Aunque la población estudiada difiere del alumnado universitario, permite examinar posibilidades de interacción digital relacionadas con la participación motriz y educativa.

La adaptación de mensajes según el desempeño observado constituye una característica relevante de los sistemas inteligentes de retroalimentación. Cuando una tarea presenta dificultades persistentes, pueden proponerse orientaciones diferenciadas que respondan al nivel de ejecución registrado. Sin embargo, la selección de indicaciones necesita criterios pedagógicos explícitos para evitar recomendaciones contradictorias. En la formación

universitaria, tales procedimientos pueden apoyar procesos de aprendizaje individualizados cuando el profesorado comprueba la pertinencia técnica y la comprensión efectiva de las orientaciones recibidas.

La evaluación del aprendizaje motor requiere distinguir entre mejoras momentáneas durante la práctica y modificaciones relativamente estables de la capacidad de ejecución. Un desempeño favorable acompañado de indicaciones continuas no garantiza que el estudiante reproduzca posteriormente la habilidad sin apoyo. Por ello, conviene incorporar pruebas de retención y transferencia bajo condiciones diferentes. Los sistemas inteligentes pueden registrar tales variaciones, mientras la interpretación pedagógica determina si representan aprendizajes funcionales o respuestas dependientes de ayudas externas.

La incorporación de elementos lúdicos puede favorecer la participación en actividades acompañadas por retroalimentación digital. Park et al. (2025) estudian un programa de actividad física mediado por juegos y tecnología inteligente en población escolar. Su investigación permite considerar el interés de tales entornos para organizar experiencias motrices interactivas. En educación superior, cualquier adaptación requiere atender las características del alumnado y evitar que las recompensas digitales desplacen la atención hacia resultados ajenos al aprendizaje técnico.

La valoración de sistemas inteligentes exige examinar la correspondencia entre sus indicadores y las competencias motrices previstas en cada asignatura. Una puntuación automatizada puede describir determinados aspectos de la ejecución sin representar adecuadamente la totalidad del aprendizaje. Resulta necesario contrastar sus resultados con observaciones docentes y evidencias obtenidas en situaciones prácticas. En el ámbito universitario, tal procedimiento favorece evaluaciones fundamentadas y reduce el riesgo de convertir mediciones parciales en juicios generales sobre el desempeño estudiantil.

La utilización educativa de retroalimentación inteligente también requiere atender las experiencias subjetivas del alumnado frente a la evaluación permanente. La exposición continua de puntuaciones puede generar comparaciones poco pertinentes entre estudiantes con trayectorias corporales diferentes. Conviene establecer criterios de comunicación que prioricen el progreso individual y respeten la confidencialidad de los resultados. El profesorado necesita reconocer cuándo una indicación automatizada favorece la confianza motriz y cuándo resulta conveniente intervenir mediante orientación personal directa.

La formación universitaria puede aprovechar los sistemas inteligentes de retroalimentación mediante actividades donde el estudiantado examine críticamente las orientaciones recibidas. Comparar respuestas automatizadas con valoraciones docentes permite identificar coincidencias y discrepancias técnicamente relevantes. El proceso favorece la argumentación y la autorregulación del aprendizaje motor. Su aprovechamiento requiere mantener espacios de práctica autónoma donde las decisiones corporales puedan consolidarse sin asistencia permanente y donde la evaluación conserve su sentido educativo dentro de la preparación profesional.

2.6. Ética algorítmica, protección de datos biométricos y gobernanza de la inteligencia artificial en entornos universitarios

La incorporación de inteligencia artificial en la Educación Física universitaria plantea responsabilidades éticas relacionadas con el tratamiento de información corporal y la toma de decisiones automatizadas. Los registros de movimiento pueden revelar características individuales que trascienden los propósitos originales de evaluación. Por ello, las instituciones necesitan establecer límites claros sobre recopilación y utilización de datos. La gobernanza tecnológica adquiere sentido cuando protege los

derechos del estudiantado y mantiene la responsabilidad humana sobre las decisiones académicas.

Los datos biométricos requieren especial atención porque pueden vincular patrones físicos con personas identificadas o identificables. Las grabaciones corporales y determinadas mediciones fisiológicas presentan riesgos diferentes según su finalidad y capacidad de identificación. Antes de recopilar información, corresponde justificar su necesidad y reducir los registros a lo estrictamente pertinente. En proyectos universitarios, tal criterio evita acumulaciones innecesarias y facilita establecer periodos de conservación compatibles con los objetivos docentes y las obligaciones institucionales aplicables y vigentes.

El consentimiento informado constituye una condición relevante para investigaciones que emplean registros corporales identificables. Su obtención exige explicar los fines del tratamiento y las posibilidades de acceso a la información. También deben contemplarse alternativas cuando la participación tecnológica no resulte indispensable para aprobar una asignatura. La relación entre docentes y estudiantes puede introducir presiones difíciles de reconocer. Por ello, la voluntariedad realmente necesita garantías institucionales que permitan rechazar usos adicionales sin consecuencias académicas desfavorables.

La seguridad de los registros exige medidas técnicas y organizativas acordes con la sensibilidad de la información. El cifrado y la restricción de permisos reducen determinados riesgos, aunque requieren procedimientos de supervisión permanente. También importa documentar quién consulta los archivos y bajo qué autorización. En laboratorios universitarios, la circulación informal de videos entre dispositivos personales puede comprometer compromisos de confidencialidad. Una política institucional efectiva debe atender las prácticas cotidianas además de las plataformas oficiales utilizadas.

La arquitectura tecnológica también condiciona la exposición de los datos personales. Lv et al. (2025) presentan un sistema inmersivo de entrenamiento táctico en baloncesto basado en gemelos digitales y aprendizaje federado. Tal combinación permite discutir alternativas de procesamiento distribuido frente a esquemas centralizados. Sin embargo, mantener información en dispositivos locales no elimina automáticamente los riesgos de privacidad. La evaluación ética debe considerar los intercambios entre componentes y las posibilidades de reconstruir información individual potencialmente sensible.

Los sesgos algorítmicos pueden manifestarse cuando los sistemas ofrecen resultados desiguales entre grupos con características corporales diferentes. Un modelo desarrollado con muestras limitadas puede interpretar de manera deficiente ejecuciones ajenas a sus registros de entrenamiento. La institución debe examinar tales diferencias antes de utilizar puntuaciones automatizadas en evaluaciones académicas. Corresponde establecer procedimientos de revisión y mecanismos de reclamación accesibles. La equidad exige comprobar efectos concretos y no depender exclusivamente de declaraciones generales de neutralidad algorítmica.

La transparencia algorítmica requiere comunicar qué variables intervienen en las decisiones y cuáles son las limitaciones conocidas del sistema. Cuando una herramienta asigna puntuaciones técnicas, el estudiantado necesita comprender los criterios utilizados y disponer de vías para cuestionarlos. La explicación debe resultar inteligible para quienes reciben sus consecuencias. En educación superior, documentar debidamente versiones y modificaciones de los modelos también facilita investigar eventuales errores y determinar responsabilidades cuando aparecen resultados inconsistentes o decisiones académicas controvertidas.

La gobernanza institucional necesita distribuir funciones entre autoridades académicas y responsables de tecnología, investigación y protección de datos. Lv et al. (2025) describen una propuesta tecnológica que combina entrenamiento deportivo inmersivo y aprendizaje federado.

Tabla 2
Aplicaciones de la inteligencia artificial y la analítica avanzada en la Educación Física y el entrenamiento deportivo universitario

Ámbito de aplicación	Aportes a la formación universitaria
Inteligencia artificial generativa y diseño didáctico	Facilita la elaboración de experiencias de aprendizaje adaptadas a los objetivos curriculares. Favorece la creación de actividades prácticas y el desarrollo de competencias pedagógicas mediante recursos digitales.
Aprendizaje automático y análisis del movimiento	Permite identificar patrones motrices mediante el procesamiento de datos y registros audiovisuales. Fortalece la interpretación biomecánica y el análisis técnico del rendimiento físico.
Analítica predictiva y regulación del entrenamiento	Contribuye a examinar tendencias del rendimiento y anticipar posibles respuestas a las cargas físicas. Apoya la planificación deportiva mediante información cuantitativa y criterios de individualización.
Visión artificial y reconocimiento técnico	Facilita la identificación de gestos deportivos y el análisis de sus fases de ejecución. Proporciona información visual para valorar características técnicas del movimiento.
Sistemas inteligentes de retroalimentación motriz	Favorece el seguimiento del aprendizaje motor mediante orientaciones adaptadas al desempeño. Apoya la evaluación formativa y el desarrollo de capacidades de autorregulación durante la práctica.
Ética algorítmica y gobernanza institucional	Promueve la protección de datos biométricos y la transparencia en el uso de sistemas inteligentes. Orienta decisiones institucionales responsables y prácticas educativas respetuosas con los derechos del estudiantado.

Nota. Elaboración propia a partir de los ámbitos temáticos desarrollados en el capítulo.

Su planteamiento ilustra la complejidad organizativa que pueden adquirir las plataformas inteligentes. Antes de adoptarlas, las universidades deben revisar contratos y condiciones de acceso a los registros. También corresponde definir claramente

responsabilidades frente a incidentes y establecer mecanismos verificables de supervisión.

La participación del estudiantado en la definición de reglas tecnológicas favorece una gobernanza sensible a las prácticas de enseñanza. Las consultas permiten identificar preocupaciones sobre vigilancia corporal y utilización secundaria de registros. También ayudan a reconocer diferencias entre necesidades docentes y expectativas de privacidad. La deliberación requiere información comprensible y canales donde las observaciones puedan producir cambios efectivos. Sin participación, las políticas corren el riesgo de convertirse en documentos formales alejados de la experiencia universitaria.

La formación ética del futuro profesional de Educación Física exige analizar decisiones tecnológicas desde sus consecuencias sobre personas concretas. El alumnado debe aprender a reconocer usos legítimos de información corporal y situaciones que requieren límites adicionales. Examinar casos de tratamiento indebido permite relacionar principios institucionales con responsabilidades profesionales. Una cultura de gobernanza responsable se construye mediante prácticas verificables y revisión periódica, mientras la dignidad de quienes participan permanece como criterio rector de toda intervención universitaria.

Capítulo III

Tecnologías inmersivas y simulación digital en el aprendizaje y perfeccionamiento deportivo

La incorporación de tecnologías inmersivas en la educación superior ha abierto nuevas posibilidades para comprender y perfeccionar el movimiento humano. En la formación físico-deportiva, los entornos digitales permiten establecer relaciones entre experiencia corporal, conocimiento científico y procesos de aprendizaje. Su presencia plantea interrogantes sobre la manera de enseñar habilidades motrices y evaluar el rendimiento. Más allá de las capacidades técnicas de los dispositivos, interesa comprender las condiciones pedagógicas que permiten convertir tales recursos en experiencias educativas pertinentes.

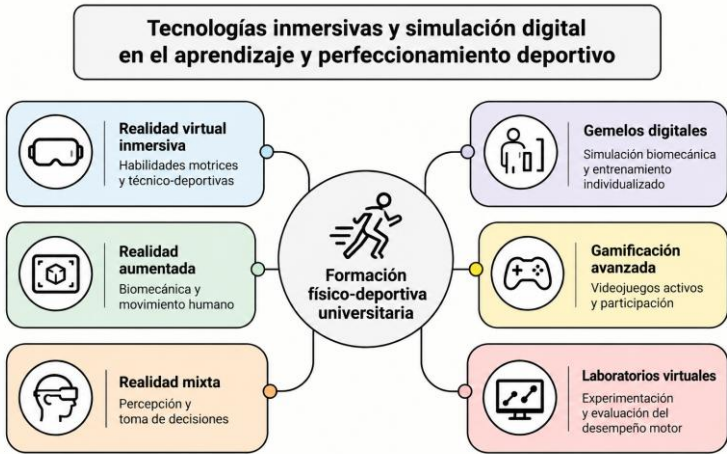
La transformación tecnológica de la Educación Física universitaria requiere examinar las relaciones entre innovación y aprendizaje desde una perspectiva crítica. Los dispositivos inmersivos modifican las posibilidades de interacción con la información y ofrecen formas diferentes de representar situaciones deportivas. Greiner y Wagner (2026) abordan la realidad virtual en Educación Física mediante una revisión sistemática de la literatura. Su trabajo proporciona un referente para considerar las aplicaciones educativas de tales tecnologías y reconocer la necesidad de fundamentar su incorporación curricular.

La diversidad de recursos disponibles exige distinguir sus características y posibilidades de aplicación. La realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta presentan modalidades de interacción diferentes que pueden responder a necesidades formativas específicas. Pérez-Muñoz et al. (2024) examinan el uso y los efectos de dichas tecnologías en Educación Física mediante una revisión sistemática. Desde una perspectiva universitaria, su análisis invita a relacionar la selección tecnológica con los objetivos de enseñanza y las particularidades del aprendizaje corporal.

El desarrollo de competencias deportivas comprende procesos que exceden la reproducción mecánica de movimientos. Percibir información relevante, interpretar situaciones cambiantes y decidir oportunamente forman parte de una actuación motriz

competente. Las tecnologías inmersivas permiten plantear experiencias donde tales capacidades pueden estudiarse mediante tareas organizadas. Gbadegesin et al. (2025) revisan la eficacia de recursos virtuales y aumentados en Educación Física. Sus aportaciones ofrecen antecedentes para examinar las condiciones educativas que intervienen en su utilización.

Figura 7
Tecnologías inmersivas en la formación deportiva universitaria



La comprensión científica del movimiento también encuentra oportunidades en los sistemas digitales de representación y análisis. La observación de una ejecución deportiva puede enriquecerse mediante información sobre desplazamientos, relaciones articulares y variables mecánicas. Sin embargo, interpretar tales registros exige conocimientos disciplinares y criterios metodológicos adecuados. En la formación universitaria, la tecnología adquiere sentido cuando contribuye a formular preguntas y contrastar explicaciones. Su utilización demanda reconocer las diferencias entre representación computacional y comportamiento corporal observable.

La individualización del entrenamiento plantea nuevas exigencias para la formación de profesionales capaces de interpretar información procedente de sistemas digitales. Los modelos computacionales permiten examinar determinadas respuestas motrices y considerar alternativas de intervención ajustadas a características personales. Su aplicación requiere prudencia ante las limitaciones de cada procedimiento. El aprendizaje universitario debe promover una comprensión crítica de las predicciones tecnológicas y de su relación con las decisiones profesionales que afectan la preparación física y deportiva.

La participación estudiantil constituye otra dimensión relevante dentro de los procesos de innovación educativa. Las dinámicas de juego y los videojuegos activos pueden incorporarse a experiencias formativas donde intervienen objetivos motrices y mecanismos de interacción digital. Arufe-Giráldez et al. (2022) examinan la gamificación en Educación Física desde una perspectiva sistemática. Su investigación permite situar dichas estrategias dentro del debate pedagógico y considerar la importancia de vincular el interés del alumnado con aprendizajes evaluables.

La experimentación y la evaluación del desempeño motor adquieren particular interés cuando las herramientas digitales permiten organizar tareas y registrar respuestas de manera sistemática. Fernández-Vázquez et al. (2024) investigan una intervención que combina realidad virtual, gamificación y enseñanza práctica para estudiar habilidades motrices y esfuerzo percibido. Tal aproximación aporta elementos para reflexionar sobre la integración de recursos tecnológicos en experiencias educativas. La interpretación de resultados requiere considerar las características de cada intervención y sus condiciones de aplicación.

La preparación del profesorado universitario representa un componente necesario para incorporar tecnologías inmersivas con

fundamento pedagógico. Seleccionar dispositivos implica valorar accesibilidad, seguridad y correspondencia con los resultados de aprendizaje previstos. También requiere comprender las posibilidades de evaluación y las limitaciones de los datos obtenidos. En consecuencia, la formación profesional debe favorecer decisiones sustentadas en criterios científicos y didácticos. La innovación adquiere pertinencia cuando responde a necesidades educativas identificadas mediante procedimientos de análisis rigurosos.

El presente capítulo aborda las tecnologías inmersivas y la simulación digital desde su relación con el aprendizaje y perfeccionamiento deportivo universitario. Su desarrollo comprende la realidad virtual, los recursos aumentados y mixtos, los gemelos digitales, la gamificación avanzada y los laboratorios de experimentación motriz. Cada ámbito permite examinar problemas pedagógicos y técnicos particulares. La perspectiva adoptada busca favorecer una comprensión articulada de las posibilidades tecnológicas y de las responsabilidades profesionales vinculadas con su aplicación educativa.

3.1. Realidad virtual inmersiva para la adquisición de habilidades motrices y técnico-deportivas

La realidad virtual inmersiva ofrece nuevas posibilidades para desarrollar habilidades motrices y técnico-deportivas en la educación superior. Mediante entornos tridimensionales interactivos, los estudiantes participan en situaciones que requieren coordinación, precisión y respuestas corporales ajustadas a estímulos visuales y espaciales. Su valor pedagógico reside en la posibilidad de experimentar movimientos bajo condiciones programadas que permiten regular la dificultad de las tareas. Tal característica amplía las oportunidades de práctica y favorece una participación activa durante el aprendizaje deportivo universitario.

Desde una perspectiva motriz, la inmersión digital permite trabajar la relación entre percepción, decisión y ejecución corporal. Los escenarios virtuales presentan estímulos que exigen interpretar trayectorias, reconocer distancias y ajustar movimientos en períodos breves. Greiner y Wagner (2026) examinan la investigación sobre realidad virtual en Educación Física mediante una revisión sistemática que contribuye a situar sus aplicaciones educativas. En el ámbito universitario, dicho enfoque permite considerar la práctica inmersiva como un recurso complementario para desarrollar competencias motrices específicas.

La adquisición de habilidades técnico-deportivas requiere experiencias repetidas que permitan reconocer errores y modificar patrones de ejecución. Los sistemas inmersivos facilitan la representación de gestos deportivos mediante situaciones que pueden reproducirse con parámetros relativamente constantes. Un estudiante de voleibol, por ejemplo, puede practicar la lectura de trayectorias antes de ejecutar una recepción. La utilidad formativa depende de que las tareas digitales conserven relaciones perceptivas y temporales relevantes para el movimiento deportivo que posteriormente deberá realizarse en condiciones reales.

Una aportación pedagógica de la realidad virtual consiste en permitir ajustes progresivos de complejidad durante la práctica motriz. El docente puede modificar la velocidad de los estímulos, la cantidad de información presentada o las exigencias de respuesta. Tal graduación facilita organizar actividades acordes con el dominio técnico alcanzado por cada estudiante. En la formación universitaria, donde conviven experiencias deportivas heterogéneas, dicha flexibilidad permite atender diferencias individuales sin desvincular las tareas de los objetivos curriculares previamente establecidos.

La retroalimentación adquiere particular relevancia cuando el estudiante necesita comprender la relación entre sus decisiones y los resultados motores obtenidos. Determinados

sistemas virtuales permiten presentar información visual sobre trayectorias, tiempos de reacción o posiciones corporales. Sin embargo, disponer de indicadores no garantiza una mejora técnica inmediata. Su interpretación requiere orientación pedagógica y criterios de evaluación pertinentes. En consonancia con el campo de investigación revisado por Greiner y Wagner (2026), conviene examinar las aplicaciones inmersivas atendiendo a sus propósitos educativos.

En disciplinas que demandan anticipación perceptiva, los escenarios inmersivos pueden utilizarse para entrenar la identificación de señales relevantes antes de ejecutar una respuesta. En baloncesto, por ejemplo, reconocer desplazamientos defensivos ayuda a seleccionar oportunidades de pase. La representación virtual permite ensayar decisiones ante configuraciones espaciales cambiantes. Aunque tales experiencias pueden enriquecer el aprendizaje táctico individual, su aprovechamiento deportivo exige comprobar que las respuestas practicadas mantienen correspondencia con las demandas perceptivas y corporales de la competición real.

La transferencia del aprendizaje constituye un criterio indispensable para valorar la pertinencia de cualquier intervención inmersiva. Ejecutar correctamente una tarea dentro del entorno digital no demuestra necesariamente dominio motor fuera de él. Las diferencias entre interacción virtual y práctica deportiva pueden afectar la percepción de profundidad, el equilibrio y la coordinación segmentaria. Por ello, resulta conveniente alternar experiencias simuladas con ejercicios presenciales. Dicha articulación permite observar si los ajustes adquiridos permanecen cuando intervienen implementos deportivos y compañeros reales.

En la preparación de futuros profesionales de Educación Física, la realidad virtual también plantea oportunidades para desarrollar competencias de observación y análisis técnico. Los estudiantes pueden examinar secuencias de movimiento,

identificar dificultades de ejecución y discutir alternativas de intervención didáctica. Greiner y Wagner (2026) proporcionan una referencia académica para abordar críticamente la presencia de dicha tecnología en la enseñanza. Su incorporación universitaria demanda que el alumnado comprenda tanto las posibilidades educativas del recurso como las condiciones necesarias para utilizarlo.

La planificación de experiencias inmersivas requiere considerar las características corporales y cognitivas de quienes participan. La duración de las sesiones, la comodidad del dispositivo y la tolerancia individual a los estímulos visuales pueden influir en el desempeño. También importa garantizar espacios seguros para movimientos que impliquen desplazamientos o cambios de orientación. Desde el punto de vista didáctico, conviene establecer objetivos observables y procedimientos de seguimiento que permitan distinguir el aprendizaje motor de la familiarización tecnológica inicial.

La incorporación de realidad virtual inmersiva al perfeccionamiento técnico-deportivo universitario adquiere sentido cuando responde a necesidades formativas identificables. Su aplicación debe relacionarse con habilidades concretas y evidencias de progreso obtenidas mediante evaluaciones pertinentes. La revisión de Greiner y Wagner (2026) ofrece un punto de partida para examinar críticamente la investigación disponible en Educación Física. Bajo criterios pedagógicos rigurosos, los entornos inmersivos pueden ampliar las experiencias de práctica y contribuir al desarrollo de una formación motriz reflexiva.

3.2. Realidad aumentada como recurso didáctico para la enseñanza de la biomecánica y el movimiento humano

La realidad aumentada introduce una dimensión visual complementaria en la enseñanza universitaria de la biomecánica.

Mediante la superposición de modelos digitales sobre cuerpos y espacios físicos, facilita observar relaciones que suelen permanecer ocultas durante el movimiento. Su interés didáctico radica en vincular conceptos anatómicos y mecánicos con acciones corporales reconocibles. De ese modo, el análisis deja de depender exclusivamente de esquemas bidimensionales y puede desarrollarse alrededor de situaciones motrices presentes en las prácticas académicas habituales.

Comprender el movimiento humano exige interpretar fuerzas, articulaciones y desplazamientos como elementos relacionados. La realidad aumentada permite representar ejes articulares, planos anatómicos y direcciones de movimiento mientras el estudiante observa una ejecución concreta. Pérez-Muñoz et al. (2024) examinan las aplicaciones de tecnologías inmersivas en Educación Física y aportan una base para discutir su utilización pedagógica. En biomecánica, tales representaciones requieren explicaciones precisas que eviten confundir una ilustración digital con una medición experimental del gesto observado.

Durante el estudio de la marcha, una representación aumentada puede señalar fases de apoyo y oscilación sobre una secuencia corporal. El alumnado relaciona entonces los cambios de posición con las funciones de cada segmento. La observación guiada permite formular preguntas sobre estabilidad, amplitud articular y distribución temporal del movimiento. Conviene que el docente contraste las imágenes con registros verificables, pues una visualización atractiva puede simplificar procesos cuya comprensión demanda atender también a variaciones individuales significativas.

El análisis de gestos deportivos ofrece otra aplicación relevante para la formación de profesionales universitarios. Al estudiar un lanzamiento, por ejemplo, pueden proyectarse referencias visuales sobre la orientación del tronco y la trayectoria

del brazo. Dichos apoyos ayudan a distinguir momentos de preparación, aceleración y desaceleración. Sin embargo, la interpretación biomecánica exige relacionar cada fase con sus condiciones funcionales. Reproducir una postura aparentemente correcta carece de valor suficiente cuando se desconocen sus fundamentos mecánicos específicos.

La enseñanza de conceptos abstractos adquiere mayor claridad cuando las representaciones digitales se vinculan con experiencias corporales inmediatas. Un vector superpuesto puede ilustrar la dirección de una fuerza, aunque su magnitud deba obtenerse mediante procedimientos apropiados. La revisión de Pérez-Muñoz et al. (2024) permite situar la realidad aumentada dentro de las tecnologías estudiadas para Educación Física. Su aprovechamiento académico requiere distinguir entre recursos destinados a explicar principios y herramientas capaces de producir datos cuantitativos confiables.

En las sesiones prácticas, el estudiante puede comparar representaciones aumentadas con observaciones directas realizadas desde diferentes ángulos. Tal contraste favorece discusiones sobre alineación corporal, movilidad y coordinación intersegmentaria. La actividad resulta especialmente provechosa cuando cada participante justifica sus interpretaciones mediante conceptos biomecánicos previamente estudiados. El docente conserva una función orientadora: selecciona las variables relevantes y evita que la atención se disperse entre elementos gráficos secundarios. La tecnología adquiere utilidad mediante preguntas didácticas bien formuladas.

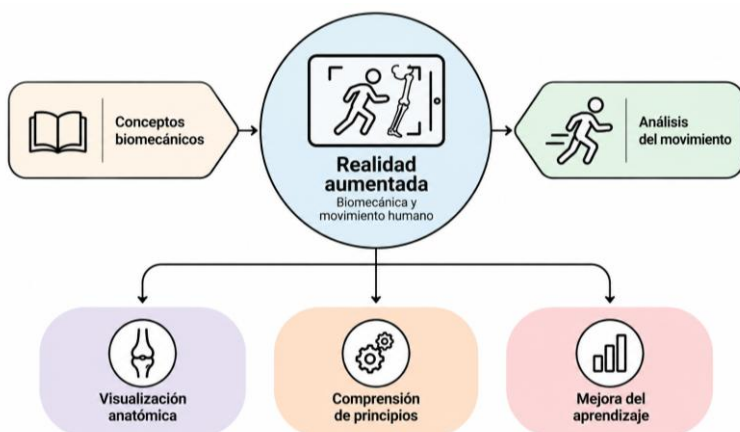
La evaluación formativa puede beneficiarse de actividades donde el alumnado identifique discrepancias entre un modelo de referencia y una ejecución observada. No obstante, las diferencias visibles deben interpretarse con prudencia. La variabilidad antropométrica y las exigencias de cada disciplina impiden establecer un patrón universal para todos los movimientos. Resulta

preferible valorar la calidad del razonamiento y la capacidad para fundamentar ajustes técnicos. Una representación aumentada funciona entonces como apoyo para argumentar decisiones y revisar conocimientos.

El trabajo colaborativo encuentra posibilidades interesantes en el análisis biomecánico asistido por realidad aumentada. Pequeños grupos pueden examinar una acción motriz y discutir las relaciones entre amplitud articular, equilibrio y eficiencia mecánica. Pérez-Muñoz et al. (2024) abordan diversas tecnologías de realidad extendida en el campo de la Educación Física, lo que invita a considerar sus aplicaciones según objetivos específicos. En la universidad, el intercambio entre compañeros puede enriquecer interpretaciones cuando existe orientación metodológica docente suficiente.

Figura 8

Realidad aumentada en el análisis biomecánico



La integración curricular de la realidad aumentada demanda atender condiciones materiales y pedagógicas concretas. La visibilidad de los modelos, la precisión del seguimiento espacial y la accesibilidad de los dispositivos influyen en las actividades posibles. También deben considerarse las dificultades de

estudiantes que presentan molestias visuales o requieren alternativas de participación. Ningún recurso gráfico reemplaza la comprensión de principios mecánicos. Por ello, las prácticas necesitan combinar observación corporal, discusión conceptual y procedimientos de análisis adecuados.

La aportación de la realidad aumentada a la enseñanza biomecánica depende de la relación entre representación visual y pensamiento científico. Su empleo resulta pertinente cuando ayuda a formular hipótesis, reconocer variables y contrastar explicaciones sobre el movimiento humano. En la educación superior, importa formar profesionales capaces de interpretar críticamente aquello que observan mediante dispositivos digitales. El aprendizaje adquiere profundidad cuando la imagen aumentada conduce a preguntas fundamentadas y a decisiones docentes respaldadas por conocimientos disciplinares.

3.3. Realidad mixta y entornos interactivos para el entrenamiento perceptivo y la toma de decisiones deportivas

La realidad mixta permite integrar objetos digitales interactivos en espacios deportivos físicos y plantea oportunidades para estudiar la percepción durante la acción. En la formación universitaria, su interés reside en presentar situaciones donde el alumnado debe reconocer señales cambiantes y elegir respuestas oportunas. La interacción con compañeros, implementos y elementos virtuales conserva parte de las exigencias del entorno habitual. Sin embargo, el valor educativo depende de que cada actividad responda a problemas deportivos claramente definidos.

El entrenamiento perceptivo requiere aprender a distinguir información relevante entre numerosos estímulos simultáneos. Mediante entornos de realidad mixta pueden incorporarse señales visuales que cambian según la posición o la respuesta del participante. Gbadegesin et al. (2025) revisan la eficacia de

tecnologías virtuales y aumentadas en Educación Física, aportando antecedentes para examinar sus aplicaciones educativas. La extrapolación hacia sistemas mixtos exige cautela, pues las características técnicas y las condiciones de interacción pueden diferir considerablemente entre dispositivos.

En deportes colectivos, una decisión adecuada depende de reconocer relaciones espaciales que cambian continuamente. Un ejercicio con elementos digitales puede representar líneas de pase, zonas de presión o desplazamientos rivales mientras los estudiantes se mueven sobre la cancha. La tarea adquiere interés cuando exige seleccionar una acción antes de que desaparezca la oportunidad. El propósito pedagógico consiste en mejorar la lectura de situaciones dinámicas sin reducir el juego a respuestas rígidas previamente memorizadas en clase.

La atención selectiva constituye un componente central de tales experiencias. Durante una práctica, el docente puede introducir estímulos secundarios para observar si el estudiante mantiene la concentración en las señales decisivas. El aumento indiscriminado de información, sin embargo, puede generar confusión y alterar la conducta motriz. Conviene graduar las demandas perceptivas según la experiencia del grupo. Una secuencia bien diseñada permite pasar de situaciones previsibles a problemas donde intervienen incertidumbre creciente y mayor presión temporal.

La toma de decisiones deportivas también involucra anticipar acontecimientos a partir de indicios parciales. La orientación corporal de un adversario o la velocidad de un desplazamiento pueden anunciar opciones de juego. Los entornos interactivos permiten organizar ejercicios que obligan a interpretar indicios antes de actuar. Gbadegesin et al. (2025) ofrecen una revisión de tecnologías relacionadas en Educación Física, aunque ello no permite atribuir automáticamente resultados equivalentes a cualquier modalidad específica de realidad mixta utilizada.

El diseño de tareas necesita conservar vínculos reconocibles entre percepción y acción. Identificar una señal luminosa puede ejercitar rapidez de respuesta, pero difícilmente reproduce por sí misma una decisión táctica compleja. Para alcanzar mayor pertinencia deportiva, las actividades deben incorporar desplazamientos, restricciones espaciales y alternativas de actuación. También importa que las consecuencias de cada elección resulten comprensibles. La calidad del ejercicio depende menos de su espectacularidad visual que de las propias relaciones deportivas representadas funcionalmente.

La observación del proceso decisional exige criterios distintos de la mera contabilización de aciertos. Dos estudiantes pueden elegir una acción idéntica por razones diferentes y obtener resultados desiguales debido a circunstancias externas. Por ello, conviene examinar el momento de la elección, la información atendida y su adecuación táctica. Las grabaciones y registros del sistema pueden apoyar conversaciones posteriores. Su interpretación necesita considerar las limitaciones del dispositivo y las particularidades técnicas de cada disciplina deportiva específica.

En la educación superior, los entornos mixtos pueden utilizarse también para formar criterios de intervención profesional. Los futuros docentes y entrenadores pueden diseñar situaciones interactivas y justificar qué capacidades perceptivas pretenden desarrollar. Después deben observar las respuestas de sus compañeros y revisar las consignas utilizadas. La literatura examinada por Gbadegesin et al. (2025) aporta un marco de discusión sobre tecnologías relacionadas, pero la valoración de cada propuesta requiere evidencias obtenidas durante su aplicación práctica concreta.

Las condiciones de implementación influyen directamente en la experiencia de entrenamiento. Los retrasos de visualización, las interrupciones del seguimiento y las diferencias entre dispositivos pueden modificar los tiempos de respuesta. También

deben atenderse la seguridad durante los desplazamientos y la distribución del espacio compartido. El docente necesita prever alternativas cuando una tarea digital interfiere con la participación. La tecnología debe adaptarse a las exigencias pedagógicas y a las posibilidades materiales disponibles de cada institución universitaria.

El aporte de la realidad mixta al entrenamiento perceptivo debe valorarse mediante cambios observables en situaciones deportivas pertinentes. Una respuesta rápida ante estímulos digitales carece de significado suficiente si no mejora la interpretación del juego. Por ello, resulta necesario contrastar el desempeño interactivo con tareas presenciales y analizar la permanencia de los aprendizajes. En la universidad, dicha evaluación fortalece una formación profesional capaz de relacionar decisiones pedagógicas, evidencia empírica verificable y experiencia motriz directa observable.

3.4. Gemelos digitales aplicados a la simulación biomecánica y la individualización del entrenamiento

Los gemelos digitales representan una alternativa tecnológica para estudiar el comportamiento biomecánico mediante modelos computacionales vinculados con información del deportista. Su aplicación permite examinar características individuales del movimiento y analizar respuestas ante diferentes condiciones de entrenamiento. En la educación superior, adquieren interés como instrumentos para relacionar conocimientos de anatomía funcional, mecánica corporal y planificación deportiva. Su desarrollo exige comprender que la representación digital depende de datos medibles y procedimientos de modelización técnicamente fundamentados.

La construcción de un gemelo digital comienza con la recopilación de información relevante sobre las características físicas y funcionales del individuo. Los registros cinemáticos

permiten describir desplazamientos articulares, mientras otras mediciones aportan información sobre fuerzas y actividad muscular. Posteriormente, dichos datos alimentan modelos matemáticos capaces de representar determinados comportamientos corporales. La precisión alcanzada depende de la calidad de las mediciones y de los parámetros utilizados. Ninguna representación reproduce íntegramente la complejidad del organismo humano real.

La simulación biomecánica permite examinar variaciones técnicas sin exigir que el deportista ejecute físicamente cada alternativa estudiada. Mediante modificaciones de parámetros pueden analizarse posibles cambios en la distribución de cargas o en las trayectorias segmentarias. Por ejemplo, un modelo de carrera puede utilizarse para estudiar relaciones entre frecuencia de zancada y movimiento articular. Los resultados requieren interpretación cuidadosa, pues una predicción computacional expresa el comportamiento del modelo bajo condiciones previamente definidas y controladas.

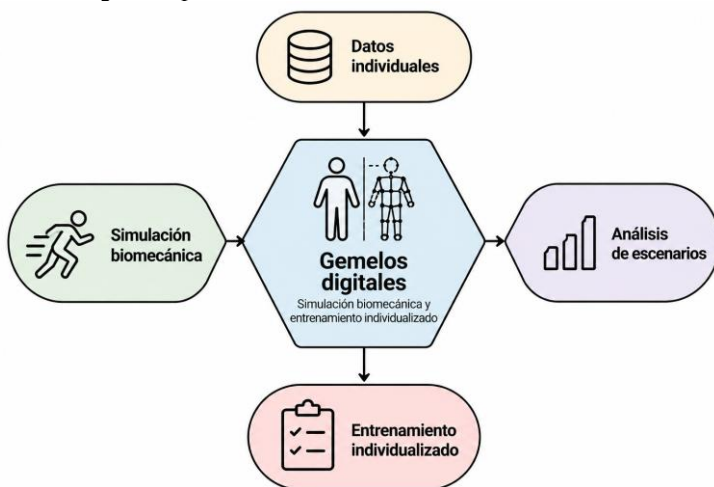
La individualización del entrenamiento encuentra posibilidades relevantes cuando los modelos digitales incorporan características antropométricas y funcionales particulares. Dos deportistas pueden responder de manera diferente ante una carga semejante debido a sus antecedentes y capacidades físicas. El análisis computacional permite formular hipótesis sobre adaptaciones técnicas y demandas mecánicas específicas. Sin embargo, las decisiones profesionales necesitan contrastarse con evaluaciones presenciales. La utilidad del gemelo depende de mantener una correspondencia verificable entre sus predicciones y las respuestas individuales observadas.

La actualización periódica de información constituye una característica distintiva de los gemelos digitales frente a modelos biomecánicos convencionales. Los cambios registrados durante el entrenamiento pueden incorporarse para revisar parámetros y

ajustar simulaciones posteriores. Tal procedimiento requiere sistemas de adquisición de datos compatibles y criterios claros de validación. Cuando la información disponible resulta insuficiente, el modelo puede ofrecer interpretaciones equivocadas. Por ello, su utilización demanda reconocer los márgenes de incertidumbre asociados a cada variable fisiológica o mecánica.

Figura 9

Gemelos digitales para el entrenamiento individualizado



En la formación universitaria, los gemelos digitales pueden convertirse en recursos para estudiar problemas de planificación mediante casos prácticos. El alumnado puede modificar variables de una simulación y comparar sus consecuencias previstas sobre el rendimiento mecánico. Dicha dinámica guarda relación pedagógica con el aprendizaje basado en juegos estudiado por Camacho-Sánchez et al. (2023), aunque su revisión no constituye evidencia específica sobre gemelos digitales. La conexión reside en promover participación activa mediante problemas y decisiones fundamentadas.

El análisis de cargas articulares ofrece un campo de aplicación especialmente pertinente. Un modelo musculoesquelético puede estimar fuerzas internas a partir de mediciones externas y determinadas hipótesis matemáticas. Tales estimaciones ayudan a discutir las exigencias de ejercicios concretos, pero no equivalen a mediciones directas de los tejidos. Para el estudiante universitario, distinguir entre datos observados y magnitudes calculadas resulta indispensable. Tal diferencia evita interpretar cualquier resultado gráfico como una descripción exacta del funcionamiento corporal humano.

El uso educativo de simulaciones puede organizarse mediante actividades que exijan formular hipótesis y justificar ajustes del entrenamiento. Camacho-Sánchez et al. (2023) examinan estrategias de aprendizaje basado en juegos y gamificación en Educación Física, una perspectiva distinta de la modelización biomecánica. Sus aportaciones permiten considerar la participación del estudiante al diseñar experiencias didácticas, sin atribuir a dicha revisión resultados sobre gemelos digitales. El objetivo académico permanece centrado en interpretar modelos y argumentar decisiones profesionales responsables.

La aplicación institucional plantea exigencias relacionadas con infraestructura, protección de datos y preparación docente. Los registros corporales requieren procedimientos claros de autorización, almacenamiento y acceso, especialmente cuando permiten identificar a una persona. También resulta necesario documentar las versiones del modelo y las condiciones de medición para interpretar comparaciones longitudinales. En el trabajo universitario, tales precauciones forman parte del aprendizaje metodológico. Una simulación pierde valor académico cuando sus resultados carecen de trazabilidad o fundamento verificable suficiente.

La incorporación de gemelos digitales al entrenamiento deportivo universitario requiere distinguir sus posibilidades

actuales de las aplicaciones todavía experimentales. Su interés académico reside en relacionar medición, modelización y evaluación individual mediante problemas biomecánicos concretos. La calidad del aprendizaje dependerá de interpretar críticamente las predicciones y contrastarlas con el desempeño observado. Desde esa perspectiva, el futuro profesional desarrolla criterios para utilizar simulaciones avanzadas sin delegar en los algoritmos la responsabilidad de sus decisiones pedagógicas y deportivas.

3.5. Gamificación avanzada y videojuegos activos en la formación físico-deportiva universitaria

La gamificación avanzada incorpora dinámicas de participación que transforman las actividades físico deportivas en experiencias organizadas mediante objetivos, reglas y consecuencias reconocibles. En la universidad, su interés pedagógico reside en vincular el compromiso del estudiante con tareas que demandan esfuerzo corporal y reflexión técnica. Los videojuegos activos añaden interacción motriz mediante dispositivos capaces de registrar determinadas acciones. Ambas propuestas requieren distinguir el atractivo de la experiencia de los aprendizajes efectivamente alcanzados durante la formación profesional.

La planificación gamificada comienza por definir las competencias que deben desarrollarse antes de seleccionar recompensas o mecanismos competitivos. Una secuencia puede distribuirse en misiones vinculadas con resistencia, coordinación o resolución de problemas deportivos. Arufe-Giráldez et al. (2022) examinan la gamificación en Educación Física mediante una revisión sistemática que permite fundamentar su discusión pedagógica. En el ámbito universitario, las reglas del juego necesitan responder a resultados formativos verificables y no únicamente al mantenimiento de la participación.

Los videojuegos activos incorporan movimientos corporales como parte del control de la experiencia digital. Algunos requieren desplazamientos, cambios posturales o gestos coordinados para resolver tareas propuestas por el sistema. Su utilización académica permite analizar relaciones entre exigencia motriz, diseño de interfaces y respuesta del participante. Conviene advertir que la actividad registrada por un dispositivo no equivale necesariamente a una ejecución deportiva competente. La selección del videojuego debe atender al propósito de cada práctica universitaria específica.

La progresión de dificultad constituye un recurso útil para mantener exigencias ajustadas a distintos niveles de desempeño. Los retos pueden modificarse mediante tiempos de ejecución, precisión requerida o cooperación entre participantes. Cuando los criterios son transparentes, el alumnado comprende qué capacidades necesita mejorar y dispone de oportunidades para revisar sus estrategias. Sin embargo, una dificultad mal graduada puede favorecer respuestas apresuradas o abandono. El diseño pedagógico exige observar las diferencias individuales durante toda la actividad.

La motivación asociada a los sistemas de puntos y reconocimientos merece una interpretación cuidadosa. Arufe-Giráldez et al. (2022) estudian la gamificación como estrategia educativa dentro de la Educación Física, lo que permite discutir sus posibilidades sin atribuir efectos uniformes a todas las intervenciones. En estudiantes universitarios, las recompensas pueden orientar la participación, pero también desplazar la atención hacia resultados inmediatos. Por ello, conviene relacionarlas con indicadores de aprendizaje y oportunidades de mejora personal continua.

Las dinámicas cooperativas ofrecen alternativas a los formatos centrados exclusivamente en clasificaciones individuales. Un grupo puede asumir misiones donde el resultado dependa de

distribuir responsabilidades, coordinar acciones y revisar decisiones compartidas. En la formación de futuros docentes y entrenadores, tales actividades permiten experimentar criterios de organización que posteriormente podrán aplicarse en clases deportivas. La competencia deportiva puede conservar un lugar pedagógico, siempre que sus reglas eviten penalizar sistemáticamente a quienes presentan menor experiencia motriz previa.

La evaluación de experiencias gamificadas necesita diferenciar indicadores de participación y evidencias de aprendizaje físico deportivo. Completar niveles o acumular puntuaciones informa sobre el desempeño dentro de un sistema particular, pero ofrece información limitada sobre capacidades transferibles. Resulta pertinente incorporar observaciones técnicas y registros de esfuerzo cuando sean adecuados al objetivo curricular. También pueden utilizarse reflexiones breves del alumnado para comprender sus decisiones. La combinación de evidencias favorece juicios docentes mejor fundamentados y pertinentes.

La creación de propuestas gamificadas constituye igualmente una oportunidad para desarrollar competencias profesionales. Los estudiantes universitarios pueden diseñar reglas, establecer niveles y justificar la relación entre cada mecánica y una habilidad determinada. La revisión de Arufe-Giráldez et al. (2022) ofrece antecedentes para discutir la gamificación en Educación Física desde una perspectiva investigativa. Examinar las propuestas de manera colectiva entre compañeros permite detectar incentivos contraproducentes y corregir actividades antes de aplicarlas con grupos reales de participantes.

La incorporación de videojuegos activos exige considerar condiciones materiales y diferencias de accesibilidad. El espacio disponible, la respuesta de los sensores y las características del equipamiento pueden limitar ciertos movimientos. También deben preverse alternativas para participantes con necesidades

funcionales diversas. En sesiones prolongadas, la organización de pausas y la supervisión de la carga física resultan pertinentes. La calidad educativa depende de adaptar las exigencias digitales a las personas y a los objetivos del programa universitario.

La gamificación avanzada adquiere pertinencia universitaria cuando las mecánicas elegidas favorecen aprendizajes reconocibles y una participación reflexiva. Los videojuegos activos pueden aportar experiencias corporales complementarias, aunque sus resultados deben examinarse mediante criterios propios de la Educación Física. El profesorado necesita valorar tanto las respuestas motrices como las decisiones que orientan la actividad. Una propuesta bien fundamentada permite aprovechar el interés por el juego sin confundir entretenimiento, rendimiento digital y competencia profesional adquirida durante su formación.

3.6. Laboratorios virtuales y simuladores inteligentes para la experimentación y evaluación del desempeño motor

Los laboratorios virtuales amplían las posibilidades de experimentación en la formación físico-deportiva universitaria mediante espacios digitales destinados al estudio del desempeño motor. Su funcionamiento permite organizar pruebas y observar respuestas ante condiciones previamente definidas. A diferencia de una práctica convencional, determinadas variables pueden modificarse sin alterar simultáneamente todos los componentes del ejercicio. Su interés académico reside en facilitar investigaciones formativas donde el alumnado relacione procedimientos de medición, interpretación de resultados y fundamentos científicos del movimiento humano.

La experimentación motriz mediante simuladores requiere establecer preguntas investigables y seleccionar indicadores adecuados para responderlas. Variables como velocidad de ejecución, tiempo de reacción o precisión pueden estudiarse

mediante tareas digitales específicamente diseñadas. Fernández-Vázquez et al. (2024) investigan una intervención que combina realidad virtual, gamificación y un estilo de enseñanza basado en la práctica. Su trabajo permite considerar las relaciones entre recursos tecnológicos y aprendizaje motor, aunque no constituye una validación general de laboratorios virtuales inteligentes.

Los simuladores inteligentes incorporan procedimientos computacionales capaces de modificar determinadas condiciones según los registros obtenidos durante la actividad. Un sistema puede ajustar la dificultad de una tarea cuando identifica variaciones persistentes en el desempeño. Sin embargo, la adaptación automatizada depende de reglas y modelos previamente establecidos. En la enseñanza universitaria, comprender tales mecanismos resulta tan relevante como utilizar sus resultados. El estudiante necesita reconocer qué información procesa el sistema y cuáles son sus limitaciones operativas.

La organización de experimentos virtuales favorece el aprendizaje de procedimientos relacionados con el control de variables. Durante una prueba de coordinación, por ejemplo, pueden modificarse los intervalos entre estímulos mientras permanecen constantes otras condiciones. El alumnado registra las respuestas y examina posibles diferencias entre ensayos. Conviene considerar que la repetición puede producir familiarización con la tarea. Por ello, interpretar los cambios observados exige distinguir los efectos del aprendizaje de otras variaciones del rendimiento individual.

La evaluación del desempeño motor mediante plataformas digitales requiere instrumentos con propiedades de medición conocidas. Un registro preciso en apariencia puede contener errores derivados de sensores, algoritmos o condiciones de ejecución. Fernández-Vázquez et al. (2024) estudian habilidades motrices y esfuerzo percibido dentro de una intervención educativa, lo que permite reconocer la importancia de considerar

distintas dimensiones del aprendizaje. En los laboratorios virtuales, cada indicador necesita interpretarse según su validez y pertinencia para el objetivo evaluado.

La representación gráfica de resultados facilita examinar tendencias que podrían pasar inadvertidas durante la observación inmediata. Las curvas de velocidad, los registros temporales y las comparaciones entre intentos permiten discutir regularidades del movimiento. Sin embargo, una diferencia numérica no demuestra necesariamente una modificación funcional relevante. El análisis universitario debe considerar la variabilidad individual y las condiciones de medición. Interpretar datos exige formular explicaciones fundamentadas antes de establecer juicios sobre la calidad del desempeño motor.

La experimentación colaborativa puede organizarse mediante pequeños equipos responsables de diseñar pruebas y contrastar resultados. Cada integrante participa en la formulación de hipótesis, la selección de variables o la interpretación de registros. Tal distribución permite desarrollar habilidades investigativas vinculadas con la formación profesional. El docente debe supervisar la coherencia metodológica y promover discusiones sobre posibles errores. La experiencia adquiere valor cuando los estudiantes comprenden las decisiones que sostienen cada procedimiento experimental realizado.

La combinación de experimentación digital y práctica corporal permite examinar diferencias entre resultados simulados y comportamientos observables. Fernández-Vázquez et al. (2024) analizan una intervención educativa que articula recursos tecnológicos con estrategias de enseñanza práctica. Aunque su investigación aborda una configuración específica, proporciona un antecedente para discutir la integración pedagógica de experiencias digitales y motrices. En el laboratorio universitario, contrastar ambas modalidades favorece preguntas sobre transferencia, condiciones de ejecución y alcance de las mediciones.

Tabla 3

Tecnologías inmersivas y simulación digital: aplicaciones pedagógicas en la formación físico-deportiva universitaria

Tecnología o recurso digital	Aplicaciones pedagógicas en la educación superior
Realidad virtual inmersiva	Favorece la adquisición de habilidades motrices y técnico-deportivas mediante experiencias simuladas. Permite practicar movimientos y fortalecer la coordinación corporal bajo condiciones controladas.
Realidad aumentada	Facilita la comprensión de principios biomecánicos mediante representaciones digitales vinculadas con el movimiento humano. Apoya el análisis de gestos deportivos y relaciones articulares.
Realidad mixta y entornos interactivos	Desarrolla capacidades perceptivas y procesos de toma de decisiones mediante situaciones deportivas dinámicas. Promueve la anticipación y la interpretación de información relevante durante la acción motriz.
Gemelos digitales	Permiten representar características biomecánicas individuales mediante modelos computacionales. Facilitan el análisis de variables mecánicas y la planificación de intervenciones de entrenamiento adaptadas al deportista.
Gamificación avanzada y videojuegos activos	Incorporan dinámicas lúdicas y actividades corporales interactivas para favorecer la participación estudiantil. Apoyan el desarrollo de competencias motrices mediante retos progresivos y experiencias cooperativas.
Laboratorios virtuales y simuladores inteligentes	Facilitan la experimentación y evaluación del desempeño motor mediante tareas digitales y registros cuantificables. Fortalecen las competencias investigativas y la interpretación crítica de datos deportivos.

Nota. Elaboración propia

La implementación de laboratorios virtuales demanda criterios institucionales relacionados con infraestructura y gestión de información. Los equipos requieren mantenimiento y

procedimientos de calibración cuando realizan mediciones físicas. También deben establecerse protocolos para proteger registros individuales y documentar las condiciones experimentales. La preparación docente resulta indispensable para detectar inconsistencias y orientar interpretaciones. Sin acompañamiento metodológico, incluso una plataforma tecnológicamente avanzada puede producir actividades descriptivas con escasa contribución al desarrollo de competencias científicas universitarias.

La formación físico-deportiva universitaria puede aprovechar los laboratorios virtuales para fortalecer la relación entre experimentación y juicio profesional. Su utilidad depende de formular problemas pertinentes, obtener mediciones confiables y reconocer los límites de cada simulación. Los sistemas inteligentes aportan posibilidades de adaptación y procesamiento, pero sus resultados requieren revisión crítica. Cuando el estudiante aprende a cuestionar procedimientos y contrastar evidencias, la evaluación motriz adquiere mayor profundidad metodológica y contribuye a decisiones pedagógicas fundamentadas.

Capítulo IV

Tecnologías portátiles, biomecánica digital y monitorización del rendimiento humano

La transformación tecnológica de la Educación Física y el entrenamiento deportivo ha modificado las formas de observar, comprender y evaluar el movimiento humano. En las instituciones de educación superior, los instrumentos digitales amplían las posibilidades de estudiar el rendimiento mediante información obtenida durante situaciones reales de práctica. Su incorporación también plantea nuevas exigencias formativas. El futuro profesional necesita comprender los principios que sustentan cada medición y desarrollar criterios para interpretar los resultados sin perder de vista la complejidad corporal.

El estudio del rendimiento humano requiere reconocer que toda ejecución deportiva expresa relaciones entre procesos fisiológicos, condiciones mecánicas y experiencias individuales. Durante décadas, buena parte de su evaluación dependió de procedimientos realizados en espacios especializados. La evolución de los instrumentos portátiles ha permitido ampliar los escenarios de observación. Pekas et al. (2023) examinaron su utilización en investigaciones deportivas desarrolladas entre 2020 y 2022, periodo que evidenció el interés por nuevas modalidades de seguimiento físico.

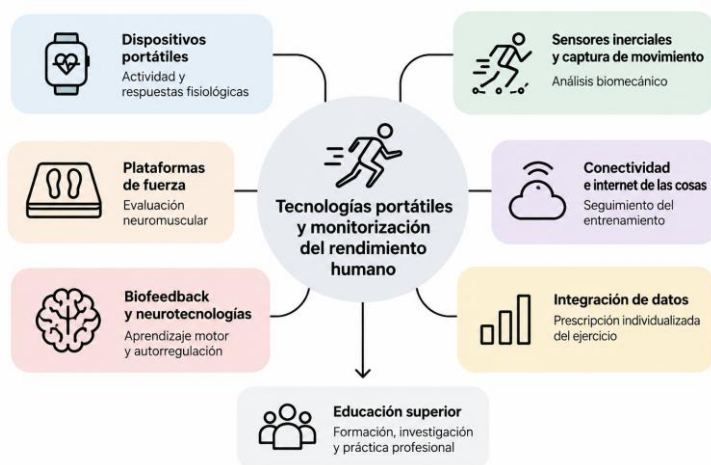
La disponibilidad de información durante el ejercicio introduce posibilidades para relacionar las exigencias de una tarea con las respuestas del organismo. Sin embargo, registrar numerosas variables no garantiza comprender mejor el desempeño. Cada indicador representa una dimensión particular y responde a condiciones específicas de medición. Čokorilo et al. (2026) abordaron la validez de dispositivos portátiles utilizados en deportes colectivos. Su trabajo permite situar la calidad instrumental como una preocupación necesaria dentro de los procesos universitarios de evaluación.

La observación digital del movimiento también ha ampliado el campo de análisis biomecánico mediante instrumentos capaces de representar características espaciales y temporales de las

acciones deportivas. Tales avances permiten estudiar gestos que anteriormente resultaban difíciles de examinar fuera del laboratorio. Cao et al. (2026) revisaron aplicaciones de captura de movimiento sin marcadores y sus propiedades de validez y fiabilidad. La discusión académica debe considerar tanto las posibilidades de medición como las condiciones que afectan su interpretación.

Figura 10

Tecnologías digitales para la monitorización del rendimiento humano



En los laboratorios universitarios, la evaluación del rendimiento adquiere una dimensión formativa cuando los estudiantes participan en la construcción y revisión de procedimientos experimentales. Las mediciones de fuerza y movimiento permiten examinar fenómenos mecánicos desde perspectivas complementarias. Bagchi et al. (2024) compararon instrumentos utilizados para determinar la altura del salto con contramovimiento en adultos físicamente activos. Su investigación aporta elementos para comprender por qué las diferencias

metodológicas deben considerarse antes de establecer comparaciones entre resultados deportivos.

La conectividad digital ha favorecido nuevas formas de organizar información procedente de sesiones realizadas en distintos momentos y espacios. Los registros pueden compartirse mediante plataformas que facilitan su consulta y análisis académico. Sin embargo, tal circulación exige procedimientos de identificación y resguardo de información personal. En la formación universitaria, comprender la trayectoria de los datos permite reconocer responsabilidades técnicas y éticas. La disponibilidad permanente de mediciones requiere acompañarse de criterios transparentes para su utilización institucional.

Otra dimensión del desarrollo tecnológico corresponde a las herramientas que proporcionan información sobre procesos corporales durante el aprendizaje. Su utilización abre posibilidades para estudiar la relación entre percepción, atención y regulación de determinadas respuestas. Tosti et al. (2024) revisaron protocolos de neurofeedback deportivo relacionados con rendimiento, ansiedad y regulación emocional. Tales investigaciones permiten discutir aplicaciones potenciales sin asumir beneficios generalizables. La formación académica debe favorecer una interpretación prudente de los resultados obtenidos mediante intervenciones tecnológicas.

La diversidad de instrumentos disponibles plantea la necesidad de relacionar mediciones provenientes de diferentes dimensiones del ejercicio. Una respuesta fisiológica puede adquirir significado adicional cuando se examina junto con características mecánicas y percepciones individuales. No obstante, combinar información exige verificar previamente su calidad y pertinencia. La investigación de Bagchi et al. (2024) sobre instrumentos de medición del salto recuerda que las decisiones fundamentadas dependen de procedimientos comparables y de una interpretación cuidadosa de las diferencias observadas.

Desde una perspectiva pedagógica, las tecnologías de monitorización ofrecen oportunidades para desarrollar competencias investigativas vinculadas con problemas propios de la actividad física. El estudiante puede formular preguntas, organizar protocolos y discutir resultados obtenidos durante experiencias prácticas. El profesorado desempeña una función orientadora al relacionar las mediciones con fundamentos científicos y criterios profesionales. Dicho proceso requiere reconocer incertidumbres y evitar interpretaciones automáticas. La formación tecnológica adquiere profundidad cuando favorece el razonamiento y la argumentación sustentada en evidencia verificable.

El capítulo aborda las tecnologías portátiles, la biomecánica digital y la monitorización del rendimiento humano desde su aplicación en educación superior. Su desarrollo considera la medición corporal, el análisis mecánico, la conectividad y las herramientas de autorregulación como componentes relacionados de la evaluación deportiva. También examina la integración de información para orientar decisiones individualizadas. La intención formativa consiste en fortalecer competencias profesionales que permitan utilizar recursos tecnológicos con rigor metodológico, responsabilidad ética y sensibilidad hacia las particularidades humanas.

4.1. Dispositivos portátiles inteligentes para la cuantificación de la actividad física y las respuestas fisiológicas

Los dispositivos portátiles inteligentes han ampliado las posibilidades de cuantificar la actividad física y registrar las respuestas fisiológicas durante el ejercicio. Su incorporación en la educación superior permite obtener información continua sobre el comportamiento corporal en situaciones de aprendizaje y entrenamiento. Mediante sensores integrados, relojes inteligentes,

pulseras y bandas torácicas registran variables relacionadas con el movimiento y el esfuerzo. Su valor académico reside en vincular las mediciones obtenidas con decisiones pedagógicas fundamentadas en evidencia empírica y criterios profesionales.

La cuantificación de la actividad física mediante dispositivos portátiles comprende indicadores como frecuencia de movimiento, número de pasos, distancia recorrida y duración del esfuerzo. Determinados equipos también estiman el gasto energético y reconocen patrones generales de actividad. Pekas et al. (2023) documentaron la utilización de tecnologías portátiles en investigaciones deportivas desarrolladas entre 2020 y 2022. Sus hallazgos permiten reconocer el interés científico por registrar variables corporales mediante instrumentos capaces de acompañar al participante durante diferentes prácticas físicas.

El seguimiento de las respuestas fisiológicas aporta información complementaria sobre las exigencias internas del ejercicio. La frecuencia cardíaca constituye uno de los indicadores más utilizados por su relación con la intensidad del esfuerzo cardiovascular. Algunos dispositivos incorporan estimaciones de variabilidad cardíaca, saturación periférica de oxígeno y parámetros asociados con la recuperación. Sin embargo, cada medición requiere una interpretación diferenciada. Los valores registrados adquieren significado cuando se relacionan con las características individuales y las condiciones específicas de ejecución.

En el ámbito universitario, la disponibilidad de registros continuos favorece experiencias formativas vinculadas con la observación del organismo durante el ejercicio. Los estudiantes pueden contrastar las respuestas obtenidas ante tareas de distinta intensidad y reconocer variaciones individuales en condiciones semejantes. Tal aproximación fortalece la comprensión aplicada de la fisiología del esfuerzo. También permite discutir la relación entre percepción subjetiva y medición instrumental, particularmente

cuando ambas fuentes ofrecen resultados diferentes que requieren una explicación razonada desde fundamentos científicos.

La precisión de los dispositivos representa una consideración indispensable para interpretar sus resultados. Los sensores ópticos pueden experimentar alteraciones durante movimientos intensos debido al desplazamiento del equipo o las características del contacto cutáneo. Asimismo, las estimaciones energéticas dependen de algoritmos que incorporan información personal y patrones de movimiento. Pekas et al. (2023) examinaron aplicaciones de dispositivos portátiles en ciencias deportivas, un campo donde resulta pertinente distinguir entre disponibilidad tecnológica y calidad de las mediciones realizadas.

La elección del dispositivo debe responder a las variables que se pretende examinar y a las particularidades de la práctica deportiva. Una banda torácica puede resultar apropiada cuando interesa registrar la frecuencia cardíaca durante esfuerzos variables. Los relojes inteligentes ofrecen mayor versatilidad para observar actividades cotidianas y sesiones estructuradas. En cualquier caso, la comodidad, autonomía energética y estabilidad del registro influyen en su utilización. La sofisticación comercial del equipo tampoco garantiza pertinencia para cualquier investigación universitaria.

La integración de registros fisiológicos en las actividades académicas exige procedimientos claros de recopilación y tratamiento de información. Antes de comenzar una sesión conviene establecer criterios de medición y verificar las condiciones operativas del dispositivo. Durante la práctica, los datos deben asociarse con las características del ejercicio realizado. Posteriormente, su interpretación requiere identificar posibles errores y variaciones relevantes. Tal secuencia permite que el estudiante desarrolle habilidades de análisis científico mediante experiencias vinculadas con situaciones deportivas reales.

La revisión de Pekas et al. (2023) abordó investigaciones publicadas durante los años marcados por la pandemia de COVID-19, cuando las tecnologías de seguimiento adquirieron particular interés para las ciencias deportivas. La posibilidad de obtener registros fuera de instalaciones especializadas amplió las alternativas de observación del ejercicio. En educación superior, dicha característica favorece prácticas de campo con mayor flexibilidad organizativa. No obstante, la supervisión docente continúa siendo necesaria para mantener procedimientos comparables y evitar interpretaciones apresuradas.

El tratamiento de información fisiológica plantea responsabilidades relacionadas con la privacidad y el consentimiento de los participantes. Los registros corporales pueden revelar patrones personales de actividad y determinadas características de salud. Por ello, las instituciones universitarias necesitan establecer condiciones transparentes para su recopilación, almacenamiento y utilización académica. Los estudiantes deben conocer los propósitos de cada medición y los límites de acceso a sus datos. La participación informada fortalece una cultura investigativa respetuosa de la autonomía individual.

La utilización académica de dispositivos portátiles inteligentes adquiere mayor sentido cuando sus registros contribuyen a comprender las diferencias entre personas y las respuestas ante determinadas cargas físicas. El profesorado puede emplear mediciones seleccionadas para orientar discusiones sobre intensidad, adaptación y recuperación. Los estudiantes, por su parte, aprenden a reconocer tanto las posibilidades instrumentales como sus limitaciones. Desde tal perspectiva, la cuantificación corporal favorece una formación universitaria donde el juicio profesional acompaña permanentemente la interpretación tecnológica.

4.2. Sensores inerciales y sistemas de captura de movimiento aplicados al análisis biomecánico deportivo

El análisis biomecánico deportivo ha incorporado instrumentos capaces de describir el movimiento humano con una precisión difícil de alcanzar mediante la observación directa. Entre ellos destacan los sensores inerciales y los sistemas de captura de movimiento, empleados para estudiar desplazamientos, orientaciones articulares y secuencias técnicas. En la formación universitaria, su utilidad reside en transformar gestos deportivos en información susceptible de examen crítico. Cada registro exige comprender qué variable representa y bajo qué condiciones fue obtenida.

Los sensores inerciales reúnen habitualmente acelerómetros y giróscopos, mientras determinados modelos incorporan magnetómetros para estimar la orientación espacial. Al fijarse sobre segmentos corporales, permiten registrar aceleraciones y velocidades angulares durante acciones deportivas. Su tamaño reducido facilita mediciones en pistas, gimnasios y espacios abiertos. Sin embargo, la información producida no equivale directamente a una descripción completa del movimiento articular. Para obtener estimaciones interpretables se requieren procedimientos de calibración, procesamiento de señales y definición de referencias anatómicas.

Los sistemas de captura de movimiento ofrecen otra vía para reconstruir trayectorias corporales. Las configuraciones ópticas tradicionales utilizan cámaras y marcadores colocados sobre puntos anatómicos. En cambio, las soluciones sin marcadores emplean procedimientos computacionales para identificar segmentos y estimar posiciones a partir de imágenes. Cao et al. (2026) examinan las aplicaciones de la captura sin marcadores junto con cuestiones de validez y fiabilidad. Ambas modalidades

requieren evaluar sus condiciones de funcionamiento antes de comparar resultados.

La elección entre sensores corporales y captura óptica depende de la tarea motriz examinada. Los primeros permiten estudiar acciones repetidas sin restringir la práctica a un laboratorio. Los segundos facilitan representaciones espaciales útiles para analizar relaciones entre segmentos durante gestos técnicos. Ningún sistema registra todas las dimensiones biomecánicas con idéntica calidad. Por ello, el diseño de una práctica universitaria debe comenzar con una pregunta precisa sobre el movimiento y continuar con la selección instrumental correspondiente.

En carreras, saltos y cambios de dirección, las mediciones cinemáticas ayudan a identificar características temporales y espaciales de la ejecución. Pueden examinarse la duración de determinadas fases, las variaciones angulares y la coordinación entre segmentos corporales. Tales indicadores adquieren valor cuando se interpretan atendiendo a la técnica y al propósito de la tarea. Una diferencia numérica entre dos intentos no demuestra por sí misma una mejora deportiva. También puede reflejar variabilidad natural o incertidumbre instrumental.

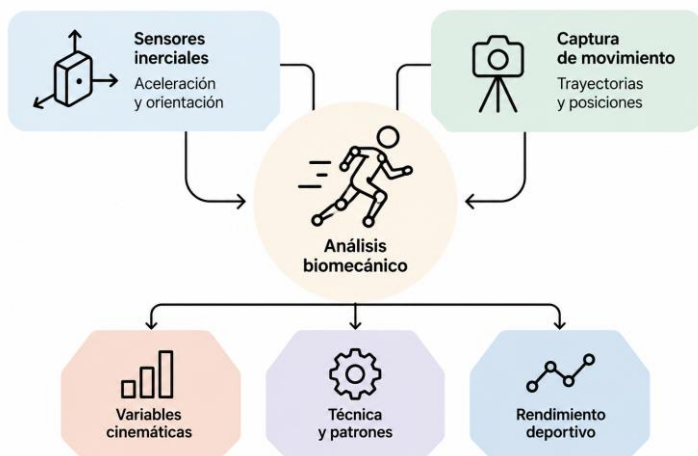
La calidad del registro depende tanto del equipo como del procedimiento aplicado. Una colocación inadecuada del sensor modifica la correspondencia entre sus ejes y el segmento corporal observado. En los sistemas basados en cámaras, la iluminación, las oclusiones y la perspectiva pueden dificultar la reconstrucción. Cao et al. (2026) sitúan la validez y la fiabilidad entre los aspectos examinados en su revisión sobre captura sin marcadores. Evaluar tales propiedades resulta necesario antes de formular interpretaciones biomecánicas.

El procesamiento de señales constituye una etapa decisiva entre la medición y el análisis. Los datos inerciales pueden

presentar ruido y desviaciones acumuladas durante la estimación de orientaciones. Por su parte, las trayectorias obtenidas mediante cámaras requieren revisar pérdidas de seguimiento y inconsistencias entre fotogramas. Las técnicas de filtrado deben aplicarse con criterios explícitos porque pueden modificar características del gesto registrado. En la universidad, comprender tales decisiones metodológicas favorece una lectura responsable de los resultados.

Figura 11

Sensores y captura de movimiento en el análisis biomecánico



La enseñanza de la biomecánica puede aprovechar los registros digitales para confrontar hipótesis formuladas antes de observar una ejecución. Los estudiantes identifican una variable, preparan un protocolo y comparan sus estimaciones con el movimiento registrado. Después discuten las discrepancias y examinan posibles fuentes de error. La experiencia resulta especialmente provechosa cuando evita reducir el aprendizaje a la visualización de gráficos. Interpretar una curva exige relacionarla con acciones corporales reconocibles y con fundamentos mecánicos previamente estudiados.

Las aplicaciones de captura sin marcadores despiertan interés por la posibilidad de estudiar movimientos con menor preparación corporal del participante. Sin embargo, su desempeño puede variar según el gesto deportivo y las condiciones de adquisición. La revisión de Cao et al. (2026) aborda aplicaciones, validez y fiabilidad en deporte y ejercicio. En consecuencia, cualquier adopción académica requiere distinguir entre resultados prometedores y evidencia suficiente para una tarea específica. La accesibilidad no reemplaza la evaluación metodológica.

La formación universitaria en análisis biomecánico necesita integrar competencias instrumentales con razonamiento sobre el movimiento. Conocer el funcionamiento de sensores y cámaras permite formular preguntas más ajustadas a sus capacidades reales. También ayuda a reconocer cuándo una medición requiere verificación mediante procedimientos alternativos. En la práctica docente, los registros pueden alimentar debates sobre técnica deportiva sin convertir diferencias pequeñas en juicios definitivos. El objetivo formativo consiste en argumentar interpretaciones prudentes a partir de datos verificables.

4.3. Plataformas de fuerza y tecnologías de evaluación neuromuscular en laboratorios universitarios

Las plataformas de fuerza ocupan un lugar destacado en los laboratorios universitarios dedicados al estudio del rendimiento neuromuscular. Su funcionamiento permite registrar las fuerzas ejercidas contra una superficie durante acciones como saltar, aterrizar o mantener el equilibrio. A diferencia de una apreciación visual, proporcionan señales que describen la interacción mecánica entre el cuerpo y el suelo. Su aprovechamiento docente exige comprender tanto el principio de medición como las preguntas que pueden responderse mediante sus registros.

En una plataforma instrumentada, los transductores convierten las cargas aplicadas en señales que posteriormente se

procesan mediante programas especializados. Según la configuración del equipo, pueden obtenerse componentes verticales y horizontales de fuerza, además de momentos y desplazamientos del centro de presión. La frecuencia de muestreo condiciona la representación de eventos rápidos. Por ello, las prácticas universitarias deben atender a la configuración instrumental antes de interpretar picos de fuerza o variaciones registradas durante una ejecución deportiva.

El salto vertical constituye una tarea frecuente para examinar manifestaciones de fuerza y potencia en condiciones controladas. A partir de la curva fuerza tiempo pueden estimarse variables como impulso, tiempo de vuelo y velocidad de despegue mediante procedimientos específicos. La altura calculada depende del método elegido y de sus respectivas premisas. Comparar resultados obtenidos con criterios diferentes puede conducir a conclusiones equivocadas. La consistencia metodológica resulta indispensable cuando se pretende valorar cambios entre sesiones consecutivas.

Las pruebas de aterrizaje permiten observar la distribución temporal de las fuerzas que acompañan el contacto con el suelo. El análisis puede centrarse en los máximos registrados, la duración de la desaceleración y las diferencias entre extremidades. Sin embargo, una asimetría aislada carece de significado clínico automático. Debe examinarse junto con la tarea realizada y la variabilidad habitual del participante. En educación superior, tal precaución favorece interpretaciones fundamentadas y evita diagnósticos improvisados durante las prácticas académicas.

La evaluación neuromuscular también puede incorporar dinamometría y electromiografía de superficie para estudiar dimensiones complementarias del desempeño muscular. La dinamometría cuantifica fuerzas bajo condiciones definidas, mientras la electromiografía registra manifestaciones eléctricas asociadas con la activación muscular. Ninguna de las dos técnicas

permite describir por completo el funcionamiento del sistema neuromuscular. Su utilización conjunta requiere sincronización y protocolos experimentales adecuados. La lectura integrada debe distinguir claramente entre fuerza externa, actividad eléctrica y rendimiento motor observable.

La relación entre fuerza y movimiento adquiere especial interés cuando las plataformas se combinan con sistemas de captura corporal. Cao et al. (2026) examinan la validez y fiabilidad de procedimientos de captura sin marcadores aplicados al deporte y al ejercicio. Aunque su revisión no constituye una evaluación directa de plataformas de fuerza, aporta criterios pertinentes para valorar mediciones cinemáticas complementarias. La sincronización entre equipos permite estudiar acontecimientos mecánicos compartidos sin confundir variables de naturaleza diferente.

En los laboratorios universitarios, la organización de una evaluación comienza mucho antes de que el participante ejecute la prueba. Deben definirse instrucciones, calentamiento, número de intentos y periodos de recuperación. También corresponde verificar la calibración y asegurar que la superficie de contacto permanezca libre de interferencias externas. Un protocolo reproducible facilita distinguir variaciones reales de diferencias originadas por el procedimiento. La participación estudiantil en cada fase fortalece competencias de investigación y responsabilidad técnica profesional.

La interpretación de resultados demanda atender a la variabilidad individual y a la estabilidad de las mediciones. Repetir una prueba permite examinar la dispersión entre intentos, aunque una repetición elevada tampoco garantiza validez. En investigaciones sobre captura de movimiento, Cao et al. (2026) destacan precisamente el examen de propiedades métricas como parte del análisis tecnológico. El mismo principio orienta el trabajo

con plataformas: toda cifra debe relacionarse con la calidad del procedimiento experimental utilizado.

Los datos obtenidos pueden utilizarse para discutir adaptaciones al entrenamiento sin convertir cada fluctuación en evidencia de progreso o fatiga. Una disminución del impulso durante un salto puede obedecer a múltiples factores, entre ellos aprendizaje, motivación o condiciones de ejecución. Por tal motivo, conviene examinar tendencias mediante mediciones comparables y considerar información adicional sobre la sesión. El laboratorio universitario ofrece un espacio apropiado para practicar interpretaciones prudentes y argumentadas desde fundamentos científicos verificables.

La incorporación de plataformas de fuerza a la enseñanza superior requiere equilibrar disponibilidad instrumental y objetivos formativos. El estudiante necesita aprender a formular hipótesis, reconocer limitaciones y comunicar resultados con unidades correctas. La supervisión académica debe promover decisiones basadas en protocolos verificables y respeto por las personas evaluadas. Cuando los registros se discuten críticamente, la evaluación neuromuscular deja de reducirse a cifras aisladas y contribuye a comprender las relaciones entre producción de fuerza y ejecución deportiva.

4.4. Internet de las cosas y conectividad de dispositivos para el seguimiento del entrenamiento físico

El internet de las cosas permite conectar instrumentos de entrenamiento mediante redes que facilitan el intercambio automatizado de información. En el ámbito universitario, dicha arquitectura vincula dispositivos corporales, estaciones de registro y plataformas informáticas utilizadas por docentes y estudiantes. Su interés reside en mantener disponibles mediciones procedentes de sesiones sin depender de transcripciones manuales. La conectividad amplía las posibilidades de seguimiento, aunque

introduce exigencias técnicas relacionadas con transmisión, identificación y organización de los datos recopilados.

Una red de seguimiento físico comienza con dispositivos que captan información y la transmiten hacia receptores cercanos o servidores remotos. Bluetooth y Wi-Fi ofrecen alternativas de comunicación con alcances y consumos energéticos diferentes. Algunas configuraciones utilizan teléfonos como intermediarios para enviar registros a plataformas institucionales. La elección tecnológica depende de la movilidad de los participantes y de la infraestructura disponible. También importa prever interrupciones que puedan producir pérdidas o duplicaciones durante la transferencia de información.

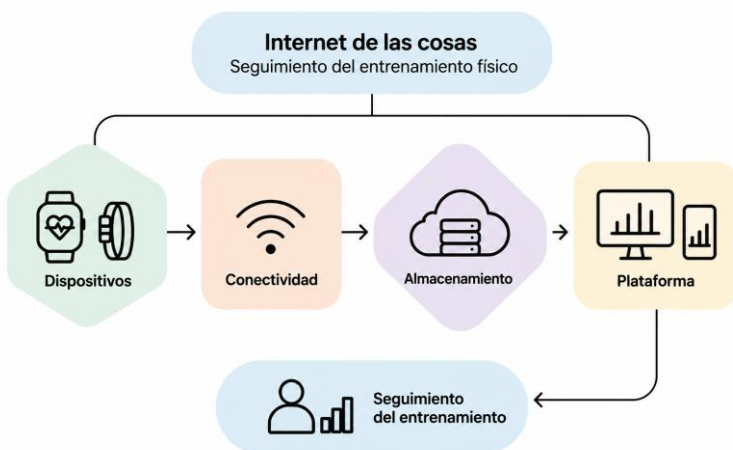
La integración de equipos heterogéneos plantea dificultades cuando cada fabricante emplea formatos y procedimientos propios. Un mismo indicador puede aparecer expresado con unidades diferentes o calcularse mediante algoritmos particulares. Čokorilo et al. (2026) examinan la validez de dispositivos portátiles empleados en deportes colectivos, cuestión pertinente para cualquier sistema que reúna mediciones de múltiples fuentes deportivas actuales. Antes de combinar registros, corresponde comprobar su equivalencia y documentar las transformaciones aplicadas durante el procesamiento posterior de datos.

En las sesiones de entrenamiento universitario, la conectividad permite observar registros procedentes de varios participantes desde una interfaz compartida. El profesorado puede identificar interrupciones de transmisión y verificar que cada señal corresponda al deportista previsto. Sin embargo, disponer de información inmediata no garantiza decisiones acertadas. La lectura requiere considerar las características de la actividad y las limitaciones del instrumento. Una alerta automática debe entenderse como indicio que merece revisión cuidadosa y no como diagnóstico concluyente.

El almacenamiento centralizado facilita comparar sesiones desarrolladas en fechas distintas y recuperar antecedentes de cada participante. Para lograrlo, los registros necesitan identificadores consistentes, marcas temporales y criterios de organización previamente acordados. Una base de datos mal estructurada puede dificultar el análisis incluso cuando los sensores funcionan correctamente. En la formación superior, diseñar procedimientos de registro constituye una oportunidad para comprender la trazabilidad de la información digital y reconocer errores derivados de asociaciones incorrectas entre archivos.

Figura 12

Conectividad digital para el seguimiento del entrenamiento físico



La transmisión continua también presenta problemas relacionados con latencia, cobertura y duración de las baterías. Una señal recibida con retraso puede resultar insuficiente para determinadas decisiones durante una práctica. Por otra parte, las desconexiones pueden producir series incompletas que requieren tratamiento explícito. La revisión de Čokorilo et al. (2026) aborda la validez de dispositivos utilizados en deportes colectivos. Tal preocupación debe acompañar la evaluación de cualquier

infraestructura que distribuya sus mediciones entre diferentes aplicaciones conectadas.

Los paneles digitales reúnen información procedente de distintas fuentes y permiten consultar tendencias mediante representaciones visuales. Su diseño debe facilitar la identificación de unidades, periodos y participantes sin ocultar incertidumbres de medición. En actividades docentes, conviene evitar pantallas saturadas de indicadores cuyo significado todavía no se ha explicado. Una selección razonada de variables ayuda a mantener la atención sobre preguntas de entrenamiento concretas y favorece discusiones sustentadas en registros pertinentes y verificables por el grupo.

La conexión de dispositivos con servicios externos exige medidas de seguridad acordes con la sensibilidad de los registros personales. Las instituciones deben definir permisos de acceso y procedimientos de autenticación para impedir consultas no autorizadas. También corresponde establecer plazos de conservación y condiciones para compartir información con terceros. En laboratorios universitarios, tales decisiones forman parte del aprendizaje profesional. La facilidad de sincronización nunca debe confundirse con autorización para distribuir datos individuales entre usuarios o plataformas.

La implementación institucional requiere considerar costos de mantenimiento, compatibilidad entre equipos y capacidad de asistencia técnica. Una solución dependiente de servicios comerciales puede experimentar cambios en sus condiciones de acceso o dejar de admitir determinados dispositivos. Por ello, resulta conveniente documentar configuraciones y prever mecanismos de exportación. Čokorilo et al. (2026) centran su revisión en la validez de dispositivos portátiles, recordando la necesidad de evaluar críticamente los instrumentos antes de incorporarlos a procedimientos académicos universitarios.

El seguimiento conectado adquiere valor educativo cuando los estudiantes comprenden el trayecto de cada dato desde su adquisición hasta su interpretación. Examinar fallos de sincronización y diferencias entre plataformas permite reconocer que la información digital atraviesa diversas operaciones técnicas. El profesorado puede promover ejercicios de auditoría y comparación de registros bajo condiciones controladas. De esa manera, la conectividad se integra en una práctica universitaria orientada a producir evidencia confiable y decisiones de entrenamiento debidamente justificadas.

4.5. Biofeedback y neurotecnologías aplicadas al aprendizaje motor y la autorregulación del rendimiento

El biofeedback introduce una relación particular entre la ejecución motora y la información que recibe quien aprende. Mediante señales visuales, auditivas o táctiles, determinados procesos corporales pueden representarse durante una tarea o inmediatamente después. En educación superior, su interés pedagógico radica en facilitar la identificación de respuestas difíciles de percibir directamente. El estudiante contrasta sus sensaciones con indicadores instrumentales y aprende a reconocer cuándo una modificación voluntaria produce cambios observables en su propio desempeño físico.

A diferencia de la retroalimentación verbal habitual, el biofeedback transforma una variable medida en una señal accesible para el participante. Puede utilizar actividad muscular, respiración o frecuencia cardíaca según el propósito de la intervención. La elección exige distinguir entre indicadores fisiológicos y objetivos de aprendizaje motor. Una señal demasiado compleja puede distraer de la tarea principal. Por ello, el diseño didáctico debe atender al momento de presentación y a la capacidad interpretativa del estudiante universitario.

Las neurotecnologías amplían tales procedimientos mediante registros relacionados con la actividad del sistema nervioso. Entre ellas, la electroencefalografía permite captar señales eléctricas desde el cuero cabelludo bajo condiciones técnicas específicas. Cuando esas señales alimentan una devolución destinada a modificar patrones de actividad, se habla de neurofeedback. Tosti et al. (2024) revisaron protocolos deportivos vinculados con rendimiento, ansiedad y regulación emocional. Su análisis ofrece un referente para examinar aplicaciones educativas sin asumir efectos uniformes entre participantes.

El aprendizaje motor requiere practicar acciones, detectar diferencias y ajustar progresivamente la ejecución. La retroalimentación instrumental puede contribuir a dicho proceso cuando orienta la atención hacia aspectos relevantes de la tarea. Sin embargo, recibir señales continuamente también puede generar dependencia de ayudas externas. En las prácticas universitarias conviene alternar periodos con información aumentada y ensayos sin ella. Tal organización permite observar si el participante conserva los ajustes cuando desaparece el apoyo tecnológico durante la ejecución.

La autorregulación del rendimiento comprende la capacidad de reconocer estados propios y modificar conductas ante exigencias cambiantes. En una sesión formativa, las señales fisiológicas pueden apoyar ejercicios de control respiratorio o atención sostenida. No obstante, una variación registrada carece de significado universal. Su interpretación depende del procedimiento y de las características individuales. El docente debe evitar que una cifra se convierta en juicio automático sobre concentración, disposición emocional o calidad de la actuación deportiva individual.

La revisión de Tosti et al. (2024) reúne investigaciones sobre protocolos de neurofeedback aplicados al deporte y considera resultados relacionados con ansiedad y regulación emocional. Su

temática invita a examinar con cuidado la diversidad de intervenciones disponibles. Los protocolos pueden diferir en duración, tareas y criterios para proporcionar información al participante. En consecuencia, trasladar una experiencia investigativa al aula universitaria requiere justificar sus objetivos y distinguir entre observaciones experimentales y beneficios educativos previamente demostrados.

La preparación de una práctica con biofeedback comienza por definir una conducta observable y seleccionar una señal pertinente. Después deben establecerse condiciones de registro, instrucciones comprensibles y periodos suficientes para familiarizarse con el equipo. El estudiante necesita conocer las limitaciones de la medición antes de interpretar sus variaciones. Durante la actividad, el profesorado puede solicitar descripciones breves de las estrategias utilizadas. Dichas observaciones ayudan a relacionar experiencia subjetiva y respuesta instrumental sin confundirlas entre sí.

Las aplicaciones neurotecnológicas plantean dificultades particulares por la sensibilidad de las señales y su exposición a interferencias. Los movimientos, la actividad muscular y las condiciones de contacto de los electrodos pueden alterar los registros electroencefalográficos. Además, clasificar determinados patrones como estados mentales específicos exige prudencia científica. En el laboratorio universitario, revisar artefactos y criterios de procesamiento constituye parte del aprendizaje. Ningún indicador aislado permite describir exhaustivamente la experiencia psicológica de una persona durante el ejercicio.

La utilización de biofeedback también requiere valorar sus efectos fuera de la situación instrumentada. Un estudiante puede aprender a modificar una señal durante una práctica y no transferir necesariamente esa habilidad a una competición. Por ello, las evaluaciones deberían contemplar tareas funcionales y momentos sin asistencia tecnológica. Tosti et al. (2024) estudian protocolos de

neurofeedback vinculados con el rendimiento deportivo, referencia pertinente para discutir la necesidad de examinar resultados mediante criterios específicos y comparables empíricamente.

La incorporación de biofeedback y neurotecnologías en educación superior demanda una enseñanza cuidadosa de sus alcances. El consentimiento informado adquiere especial relevancia cuando se registran señales fisiológicas o neuroeléctricas asociadas con experiencias personales. También deben respetarse las diferencias individuales y evitar promesas de mejora inmediata. En términos formativos, interesa que el futuro profesional aprenda a diseñar intervenciones verificables y a interpretar sus resultados con prudencia, manteniendo siempre la autonomía del participante como referencia ética.

4.6. Integración de datos fisiológicos, biomecánicos y perceptivos para la prescripción individualizada del ejercicio

La prescripción individualizada del ejercicio requiere interpretar información procedente de distintas dimensiones del rendimiento humano. Los indicadores fisiológicos describen respuestas orgánicas ante el esfuerzo, mientras las variables biomecánicas permiten examinar características mecánicas de la ejecución. Las percepciones personales aportan información sobre sensaciones que los instrumentos no registran directamente. En educación superior, integrar tales dimensiones favorece una comprensión amplia del participante y permite fundamentar decisiones de entrenamiento considerando diferencias funcionales, experiencias previas y objetivos particulares de aprendizaje motor.

Los registros fisiológicos permiten examinar la respuesta interna ante determinadas cargas de ejercicio. Variables como frecuencia cardíaca y recuperación posterior aportan referencias para valorar la tolerancia individual al esfuerzo. Sin embargo, sus fluctuaciones deben interpretarse atendiendo a las condiciones de

medición y al estado del participante. Una respuesta elevada no representa necesariamente una adaptación insuficiente. Su significado depende de la tarea realizada y de la relación con mediciones anteriores obtenidas bajo condiciones comparables.

La información biomecánica complementa el análisis mediante indicadores relacionados con la producción de fuerza y las características del movimiento. Las pruebas de salto pueden aportar estimaciones sobre determinadas manifestaciones del rendimiento neuromuscular. Bagchi et al. (2024) compararon la fiabilidad y exactitud de plataformas de fuerza, alfombras de contacto y programas basados en video para medir la altura del salto con contramovimiento. Su investigación permite reconocer la importancia de considerar el instrumento utilizado antes de interpretar diferencias individuales.

La dimensión perceptiva incorpora la experiencia del participante mediante escalas de esfuerzo y registros subjetivos de recuperación. Tales procedimientos permiten conocer la intensidad experimentada durante una sesión y reconocer discrepancias respecto de los indicadores instrumentales. En ocasiones, dos estudiantes presentan respuestas fisiológicas semejantes mientras describen niveles diferentes de exigencia. Esa divergencia merece atención porque puede relacionarse con experiencias previas y condiciones personales. La percepción constituye una fuente de información que requiere procedimientos sistemáticos de recopilación.

La integración comienza cuando los registros procedentes de distintas fuentes pueden relacionarse con una misma tarea y un momento determinado. Para ello, resulta necesario establecer identificadores comunes y criterios temporales que permitan comparar las observaciones. También deben verificarse las unidades y los procedimientos utilizados para calcular cada indicador. Bagchi et al. (2024) examinaron diferencias instrumentales en la medición del salto, aspecto pertinente para

evitar asociaciones entre resultados obtenidos mediante métodos cuya equivalencia no ha sido demostrada.

Una vez organizada la información, la interpretación debe considerar relaciones entre respuestas internas y características externas del ejercicio. Por ejemplo, una reducción del rendimiento en saltos acompañada de mayor esfuerzo percibido puede justificar una revisión de la sesión prevista. Sin embargo, tal combinación no identifica por sí misma una causa específica. El profesorado universitario debe enseñar a formular hipótesis alternativas y contrastarlas con antecedentes individuales antes de modificar las cargas de trabajo programadas.

La individualización exige reconocer que las respuestas al entrenamiento presentan variaciones entre personas y dentro de un mismo participante. Una carga determinada puede generar percepciones y resultados diferentes según la experiencia acumulada y las condiciones de recuperación. Por ello, las decisiones requieren observar tendencias y no depender de mediciones aisladas. En prácticas universitarias, comparar registros longitudinales permite comprender la variabilidad individual y desarrollar criterios para ajustar volumen, intensidad y recuperación mediante argumentos verificables científicamente.

La selección de indicadores debe responder al propósito de cada intervención. Acumular variables sin una pregunta definida puede dificultar la interpretación y aumentar innecesariamente el trabajo de registro. Bagchi et al. (2024) analizaron la exactitud y fiabilidad de distintos instrumentos para evaluar la altura del salto. Tal comparación recuerda que la calidad de una decisión depende también de las propiedades de las mediciones utilizadas. Elegir indicadores pertinentes constituye una competencia fundamental del profesional universitario.

Los procedimientos de prescripción pueden organizarse mediante ciclos de evaluación y ajuste progresivo. Primero se

identifican las necesidades individuales y se establecen objetivos observables. Después se seleccionan actividades y criterios para examinar sus respuestas. Los registros obtenidos permiten revisar decisiones anteriores y documentar modificaciones posteriores. En el ámbito universitario, trabajar con casos prácticos favorece el razonamiento aplicado. Cada ajuste debe justificarse mediante evidencia disponible y respetar las condiciones particulares de participación y seguridad.

Tabla 4

Tecnologías digitales y aplicaciones para la evaluación del movimiento y el rendimiento humano en educación superior

Tecnología o ámbito de aplicación	Aplicación académica y deportiva
Dispositivos portátiles inteligentes	Registran indicadores de actividad física y respuestas fisiológicas durante el ejercicio. Facilitan el seguimiento individual y la interpretación de las exigencias del entrenamiento.
Sensores inerciales y captura de movimiento	Permiten examinar desplazamientos y características cinemáticas de los gestos deportivos. Favorecen el análisis técnico y el estudio de patrones de movimiento.
Plataformas de fuerza y evaluación neuromuscular	Cuantifican fuerzas y variables relacionadas con el desempeño muscular. Apoyan la evaluación de saltos y aterrizajes mediante procedimientos experimentales controlados.
Internet de las cosas y conectividad	Facilitan la transmisión y organización de registros procedentes de diferentes dispositivos. Favorecen el seguimiento del entrenamiento mediante plataformas digitales interconectadas.
Biofeedback y neurotecnologías	Proporcionan información sobre determinadas respuestas fisiológicas y neuroeléctricas. Apoyan experiencias de aprendizaje motor y autorregulación mediante retroalimentación instrumental.
Integración de datos multidimensionales	Relaciona indicadores fisiológicos y biomecánicos con percepciones individuales. Contribuye a fundamentar ajustes en la prescripción del ejercicio según las características del participante.

Nota. Elaboración propia

La formación superior debe promover una interpretación integrada que reconozca tanto las posibilidades instrumentales como el conocimiento aportado por quien realiza ejercicio. Los datos fisiológicos y biomecánicos adquieren mayor utilidad cuando dialogan con percepciones registradas mediante procedimientos consistentes. El futuro profesional necesita aprender a comunicar decisiones comprensibles y revisar sus fundamentos cuando aparecen resultados inesperados. Desde tal perspectiva, la prescripción individualizada constituye una práctica reflexiva apoyada en mediciones pertinentes y evaluación continua del participante.

Capítulo V

Investigación aplicada, evaluación inteligente e innovación tecnológica en las ciencias del deporte

La investigación aplicada en las ciencias del deporte atraviesa un período de transformación impulsado por la incorporación de tecnologías digitales en los procesos de producción y utilización del conocimiento. En la educación superior, dicha transformación plantea nuevas exigencias para comprender el movimiento humano y fundamentar decisiones profesionales. La disponibilidad de instrumentos avanzados amplía las posibilidades investigativas, aunque también demanda mayor rigor metodológico. Comprender las relaciones entre innovación tecnológica y práctica científica permite reconocer oportunidades de desarrollo académico vinculadas con necesidades educativas y deportivas.

La formación universitaria en Educación Física requiere superar una visión instrumental de la tecnología para reconocer su participación en la construcción de evidencias científicas. Los dispositivos digitales adquieren sentido cuando responden a preguntas pertinentes y permiten examinar fenómenos mediante procedimientos verificables. Noel et al. (2024) abordan la organización sistemática de información deportiva mediante procesos integrados de tratamiento de datos. Su aportación permite comprender la importancia de establecer estructuras metodológicas capaces de sostener comparaciones e interpretaciones fundamentadas.

La relación entre investigación y enseñanza adquiere particular relevancia cuando las evidencias producidas durante las actividades físicas contribuyen a comprender el aprendizaje universitario. La evaluación demanda reconocer experiencias individuales y valorar desempeños mediante criterios vinculados con situaciones profesionales. Jaramillo-Mediavilla et al. (2024) examinan las relaciones entre gamificación, motivación y rendimiento académico desde una revisión sistemática. Sus aportaciones permiten considerar la dimensión participativa de las

innovaciones educativas sin desvincularla de las exigencias propias del conocimiento científico.

La transformación de los procesos evaluativos también plantea interrogantes sobre el significado pedagógico de la información recopilada. Los registros digitales pueden revelar patrones de participación y variaciones del desempeño, pero requieren interpretaciones sensibles a las características del estudiantado. Ramírez Ruiz et al. (2024) estudian mediante una revisión sistemática la relación entre gamificación y compromiso escolar. Su trabajo aporta elementos para discutir la participación educativa como una dimensión que merece atención durante el diseño de experiencias formativas universitarias.

Figura 13
Ejes de investigación e innovación tecnológica en ciencias del deporte



El crecimiento de los sistemas digitales de medición ha favorecido nuevas posibilidades para representar fenómenos relacionados con el rendimiento deportivo. La interpretación de información compleja demanda capacidades analíticas que

permitan reconocer relaciones significativas sin perder de vista las condiciones de ejecución. Glazier et al. (2025) examinan críticamente las posibilidades y limitaciones de la captura de movimiento sin marcadores. Su planteamiento invita a mantener una actitud reflexiva frente a tecnologías capaces de producir representaciones corporales cada vez más detalladas.

La investigación contemporánea sobre el movimiento humano también encuentra oportunidades de desarrollo mediante la cooperación entre especialidades científicas. Los problemas deportivos requieren frecuentemente conocimientos provenientes de áreas que tradicionalmente han trabajado mediante procedimientos diferenciados. Oberhofer et al. (2024) investigan la viabilidad de utilizar tecnología láser para realizar mediciones antropométricas tridimensionales sin contacto. Su estudio permite reconocer posibilidades de articulación entre desarrollo tecnológico y evaluación corporal, especialmente dentro de iniciativas universitarias orientadas a problemas compartidos.

La colaboración interdisciplinaria demanda condiciones institucionales que favorezcan el intercambio de conocimientos y la continuidad de proyectos investigativos. Los laboratorios universitarios pueden convertirse en espacios de encuentro entre estudiantes y profesionales interesados en comprender fenómenos deportivos desde perspectivas complementarias. Sin embargo, la cooperación requiere acuerdos metodológicos y responsabilidades claramente definidas. La construcción compartida del conocimiento adquiere profundidad cuando las diferencias disciplinares favorecen preguntas pertinentes y permiten examinar problemas que exceden las posibilidades de una especialidad particular.

El avance tecnológico también exige prestar atención a la calidad de las mediciones utilizadas para fundamentar interpretaciones deportivas. La precisión instrumental y la consistencia de los registros condicionan la confianza que puede

depositarse en determinados resultados. Mao et al. (2024) investigan la validez de una plataforma de fuerza dual para evaluar el salto con contramovimiento. Su trabajo permite reconocer la necesidad de examinar científicamente las propiedades de los dispositivos antes de incorporarlos a decisiones académicas o profesionales.

La producción de conocimiento universitario adquiere mayor alcance cuando sus resultados encuentran posibilidades de aplicación en escenarios educativos y deportivos. La transferencia científica requiere relaciones sostenidas entre investigadores y comunidades profesionales interesadas en resolver necesidades concretas. El desarrollo de prototipos representa una oportunidad para vincular capacidades académicas con experiencias de utilización práctica. Sin embargo, su pertinencia depende de procesos de evaluación y revisión que permitan reconocer limitaciones antes de promover aplicaciones institucionales más amplias.

La articulación entre investigación aplicada e innovación tecnológica configura un campo de formación que exige responsabilidad científica y apertura al trabajo colaborativo. En las ciencias del deporte, las decisiones fundamentadas requieren comprender tanto las posibilidades de los instrumentos como las particularidades humanas presentes en cada experiencia educativa. La universidad tiene la responsabilidad de cultivar capacidades investigativas capaces de sostener interpretaciones prudentes y propuestas pertinentes. Desde tal perspectiva, el conocimiento adquiere valor mediante su contribución verificable al desarrollo profesional.

5.1. Metodologías de investigación digital y experimentación tecnológica en Educación Física universitaria

La investigación digital en Educación Física universitaria requiere procedimientos metodológicos capaces de relacionar la actividad motriz con evidencias obtenidas mediante tecnologías de registro y procesamiento. Su desarrollo plantea nuevas posibilidades para estudiar el rendimiento físico y las experiencias formativas del alumnado. Desde una perspectiva aplicada, interesa comprender las condiciones que producen determinados resultados y las variaciones observadas durante la práctica. La elección metodológica debe responder a preguntas científicas pertinentes y mantener correspondencia con los objetivos pedagógicos universitarios establecidos previamente.

El diseño de investigaciones tecnológicas comienza con la delimitación del problema y la identificación de variables observables. En Educación Física universitaria conviene distinguir entre indicadores fisiológicos, manifestaciones motrices y dimensiones relacionadas con el aprendizaje. Cada categoría demanda instrumentos apropiados y criterios explícitos de medición. La formulación de hipótesis permite establecer relaciones susceptibles de comprobación empírica. También resulta necesario reconocer las particularidades de los participantes, pues sus antecedentes deportivos y condiciones académicas pueden modificar las respuestas registradas durante cada intervención experimental.

La experimentación tecnológica adquiere consistencia cuando incorpora protocolos reproducibles y procedimientos transparentes de recolección. Los dispositivos portátiles, las plataformas de seguimiento y los sistemas de análisis audiovisual ofrecen registros complementarios durante las sesiones prácticas. Sin embargo, la disponibilidad instrumental no garantiza calidad

científica. Noel et al. (2024) destacan el valor de organizar procesos sistemáticos de tratamiento de datos para desarrollar comparaciones deportivas. Tal planteamiento orienta la construcción de procedimientos verificables en investigaciones universitarias con mediciones sucesivas y condiciones controladas.

Los diseños experimentales permiten examinar intervenciones tecnológicas mediante comparaciones entre grupos o momentos de evaluación. Su aplicación exige definir tratamientos, establecer mediciones iniciales y controlar factores capaces de alterar los resultados. En determinadas circunstancias académicas, la asignación aleatoria resulta difícil por la organización habitual de los cursos. Los diseños cuasiexperimentales constituyen entonces una alternativa pertinente. Su utilización demanda reconocer posibles diferencias previas entre participantes y aplicar procedimientos analíticos que reduzcan interpretaciones equivocadas sobre los efectos observados en clase.

La investigación longitudinal amplía las posibilidades de comprender transformaciones motrices durante períodos académicos prolongados. Mediante registros periódicos pueden examinarse variaciones en la ejecución técnica y la respuesta individual ante diferentes cargas de actividad. El análisis requiere mantener criterios uniformes de medición para evitar comparaciones inconsistentes. En el ámbito deportivo, Noel et al. (2024) desarrollan una propuesta de procesamiento de datos orientada al estudio comparativo de fenómenos dinámicos. Su enfoque aporta referencias metodológicas para organizar observaciones temporales rigurosas.

La integración de métodos cuantitativos y cualitativos permite examinar dimensiones que difícilmente pueden comprenderse mediante registros numéricos aislados. Las mediciones digitales aportan información sobre comportamientos físicos observables, mientras las entrevistas y los diarios reflexivos

recuperan experiencias del estudiantado. Esta combinación favorece interpretaciones relacionadas con las condiciones reales de enseñanza. Para mantener coherencia metodológica, ambas fuentes deben vincularse mediante categorías previamente definidas. La triangulación facilita reconocer coincidencias, discrepancias y posibles explicaciones de los resultados obtenidos durante las intervenciones.

El procesamiento computacional de información deportiva demanda establecer criterios de depuración, clasificación y almacenamiento desde las primeras etapas investigativas. Los registros incompletos y las diferencias entre dispositivos pueden introducir errores que afectan las comparaciones. Noel et al. (2024) abordan la construcción de una secuencia organizada para integrar y analizar información procedente de competiciones deportivas. En Educación Física universitaria, tal orientación permite fortalecer la trazabilidad de las observaciones y documentar las decisiones metodológicas adoptadas durante el tratamiento de datos empíricos.

La validación de instrumentos digitales representa una exigencia metodológica cuando se investigan capacidades físicas o patrones de movimiento. Antes de desarrollar una intervención conviene examinar la precisión de las mediciones y su estabilidad bajo condiciones equivalentes. Las pruebas piloto permiten detectar dificultades operativas y ajustar los protocolos previstos. También ofrecen información sobre la comprensión de instrucciones por parte del alumnado. Una herramienta tecnológicamente avanzada puede producir evidencias limitadas cuando sus indicadores carecen de correspondencia con el fenómeno investigado.

La experimentación con estudiantes universitarios plantea responsabilidades éticas vinculadas con la participación voluntaria y el tratamiento de información personal. Los registros corporales pueden revelar características individuales que requieren medidas

específicas de protección. Por ello, los protocolos deben establecer mecanismos de consentimiento informado y restricciones de acceso a los archivos. La relación docente estudiante merece especial atención para evitar presiones académicas. La transparencia investigativa también exige comunicar los propósitos del estudio y las condiciones previstas para conservar los datos recopilados.

La articulación entre investigación digital y práctica universitaria encuentra sentido cuando los resultados permiten revisar procedimientos pedagógicos mediante evidencias verificables. La interpretación debe considerar las limitaciones del diseño y las características de la población participante. Los hallazgos adquieren mayor utilidad cuando pueden discutirse entre investigadores y docentes con criterios metodológicos compartidos. Desde esa perspectiva, la experimentación tecnológica contribuye a desarrollar una cultura académica de indagación permanente, sustentada en decisiones fundamentadas y apertura a la revisión crítica.

5.2. Evaluación auténtica del aprendizaje físico-deportivo mediante evidencias digitales y analítica educativa

La evaluación auténtica del aprendizaje físico deportivo en la educación superior demanda valorar desempeños vinculados con situaciones reales de práctica y formación profesional. Su aplicación permite reconocer capacidades que difícilmente pueden apreciarse mediante pruebas convencionales. Las evidencias digitales amplían las oportunidades de documentar procesos individuales y colectivos durante actividades motrices. Desde una perspectiva pedagógica, interesa examinar la calidad de las decisiones tomadas por el estudiantado y su capacidad para transferir conocimientos a escenarios deportivos diversos.

La construcción de criterios evaluativos requiere identificar competencias observables y establecer niveles de desempeño relacionados con los propósitos formativos. Las rúbricas digitales permiten describir expectativas académicas mediante indicadores comprensibles para docentes y estudiantes. Su elaboración debe considerar dimensiones técnicas, tácticas y reflexivas del aprendizaje deportivo. Una evaluación pertinente reconoce tanto la ejecución motriz como la argumentación que sustenta determinadas decisiones. Conviene evitar indicadores excesivamente fragmentados que dificulten apreciar la integración funcional de las capacidades desarrolladas durante las prácticas.

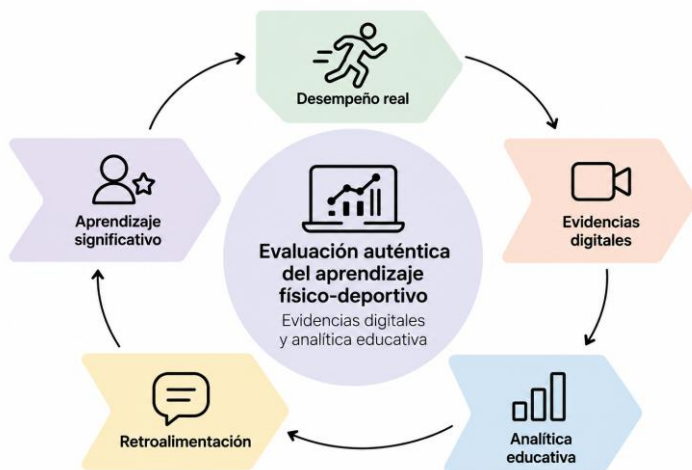
Los portafolios digitales constituyen espacios de documentación donde el alumnado reúne producciones audiovisuales y reflexiones sobre sus experiencias motrices. Su utilidad pedagógica depende de la selección razonada de evidencias y de la capacidad para explicar los cambios experimentados. Las grabaciones sucesivas permiten reconocer ajustes técnicos que podrían pasar inadvertidos durante una observación inmediata. Además, favorecen conversaciones académicas sustentadas en situaciones concretas. El docente puede examinar progresos individuales sin reducir la valoración a resultados físicos puntuales.

La analítica educativa permite interpretar patrones de participación y desempeño mediante información procedente de plataformas académicas y actividades deportivas digitalizadas. Su incorporación requiere seleccionar indicadores vinculados con aprendizajes significativos. La frecuencia de acceso a recursos puede aportar información relevante, aunque resulta insuficiente para demostrar comprensión o competencia motriz. Por ello, los registros deben relacionarse con evidencias cualitativas del trabajo estudiantil. Una lectura pedagógica cuidadosa evita confundir actividad tecnológica con apropiación efectiva de conocimientos profesionales.

La gamificación introduce dinámicas de participación que pueden modificar la experiencia evaluativa cuando se articulan con propósitos educativos definidos. Ramírez Ruiz et al. (2024) examinan mediante una revisión sistemática las relaciones entre gamificación y compromiso escolar. Sus aportaciones permiten considerar la motivación como una dimensión relevante del diseño pedagógico. En el ámbito universitario, los retos progresivos y las metas compartidas pueden acompañar procesos de evaluación formativa sin desplazar los criterios académicos de desempeño establecidos.

Figura 14

Evaluación auténtica del aprendizaje físico-deportivo



La retroalimentación apoyada en evidencias audiovisuales facilita conversaciones precisas sobre decisiones técnicas y comportamientos observados durante la práctica deportiva. Su valor depende de la oportunidad con que se entrega y de la claridad de las orientaciones docentes. Los comentarios vinculados con fragmentos específicos de una ejecución permiten reconocer aspectos susceptibles de mejora. También favorecen la autoevaluación cuando el estudiante contrasta su percepción inicial

con registros verificables. El aprendizaje adquiere profundidad mediante procesos de revisión fundamentada.

La evaluación colaborativa mediante plataformas digitales ofrece oportunidades para desarrollar juicio profesional y responsabilidad compartida entre estudiantes universitarios. Las actividades de coevaluación requieren pautas explícitas que orienten la observación de desempeños motrices. Ramírez Ruiz et al. (2024) analizan el compromiso educativo asociado con estrategias gamificadas, cuestión pertinente para comprender la participación en experiencias grupales. Sin embargo, la valoración entre pares necesita acompañamiento docente para prevenir apreciaciones superficiales y fortalecer argumentos sustentados en criterios académicos.

La interpretación de resultados evaluativos debe reconocer diferencias individuales relacionadas con experiencias deportivas previas y oportunidades de aprendizaje. Los sistemas digitales permiten conservar registros históricos que facilitan comparaciones personales durante períodos formativos. Sin embargo, establecer clasificaciones uniformes puede ocultar progresos relevantes de estudiantes con trayectorias distintas. Resulta pertinente combinar referentes comunes de competencia con indicadores de evolución individual. Tal equilibrio contribuye a una valoración académica respetuosa de la diversidad presente en los grupos universitarios.

La utilización de evidencias digitales plantea responsabilidades relacionadas con la privacidad y el manejo de información sobre desempeños corporales. Las grabaciones audiovisuales requieren acuerdos claros acerca de su almacenamiento y utilización académica. También conviene establecer procedimientos que permitan al estudiantado conocer los criterios empleados para interpretar sus registros. La transparencia fortalece la confianza en los procesos evaluativos. Una práctica institucional responsable evita que los recursos

tecnológicos generen exposición innecesaria o condicionen injustificadamente las oportunidades de participación.

La evaluación auténtica adquiere continuidad cuando sus resultados orientan decisiones pedagógicas durante el desarrollo de las asignaturas universitarias. La información recopilada permite reconocer necesidades formativas y ajustar actividades según evidencias observables. En investigaciones sobre gamificación, Ramírez Ruiz et al. (2024) destacan el interés académico por comprender el compromiso del alumnado. Desde esa perspectiva, la valoración del aprendizaje físico deportivo puede incorporar dimensiones participativas sin perder rigor disciplinar ni reducir la formación profesional a indicadores cuantitativos.

5.3. Ciencia de datos y visualización interactiva para la interpretación del rendimiento deportivo

La ciencia de datos ha ampliado las posibilidades de interpretar el rendimiento deportivo mediante procedimientos que relacionan mediciones corporales y comportamientos motrices. En la educación superior, su aplicación permite estudiar fenómenos complejos desde perspectivas cuantitativas vinculadas con la práctica profesional. El interés académico reside en transformar registros dispersos en información comprensible para investigadores y entrenadores. Cada conjunto de datos requiere una lectura disciplinar que considere las particularidades del movimiento humano y las condiciones de ejecución deportiva.

La organización de información deportiva constituye una etapa determinante para desarrollar interpretaciones consistentes. Los registros procedentes de sensores y sistemas audiovisuales presentan diferencias de frecuencia y precisión que deben examinarse antes del análisis. La integración de variables demanda criterios técnicos capaces de conservar relaciones temporales entre acontecimientos. En investigaciones universitarias, documentar las transformaciones realizadas sobre los archivos permite reconstruir

procedimientos analíticos. También facilita identificar inconsistencias que podrían alterar la comprensión de determinadas respuestas físicas observadas.

El análisis biomecánico mediante captura de movimiento sin marcadores ofrece posibilidades para estudiar gestos deportivos en condiciones cercanas a la práctica habitual. Glazier et al. (2025) examinan críticamente las oportunidades y limitaciones de dicha tecnología en el ámbito deportivo. Su planteamiento invita a considerar la precisión instrumental y las dificultades de interpretación antes de formular conclusiones. En laboratorios universitarios, la selección de procedimientos debe responder a las características del movimiento investigado y a las exigencias científicas correspondientes.

La exploración estadística permite reconocer distribuciones y relaciones entre variables asociadas con el desempeño físico. Las medidas descriptivas ofrecen una primera aproximación a los registros, aunque requieren interpretaciones vinculadas con las condiciones deportivas observadas. Los valores extremos pueden reflejar errores instrumentales o respuestas individuales relevantes. Distinguir ambas posibilidades demanda conocimiento del fenómeno estudiado. En la formación universitaria, desarrollar tal capacidad analítica fortalece el razonamiento científico y previene explicaciones apresuradas basadas en asociaciones numéricas aparentes.

La visualización interactiva facilita examinar información deportiva mediante representaciones que permiten modificar escalas y seleccionar variables según las preguntas investigativas. Los gráficos temporales ayudan a reconocer fluctuaciones durante entrenamientos o competiciones. Los mapas de movimiento permiten observar distribuciones espaciales vinculadas con decisiones tácticas. Sin embargo, cada representación debe conservar proporciones comprensibles y criterios gráficos consistentes. Una interfaz atractiva pierde valor académico cuando

dificulta distinguir tendencias relevantes o introduce interpretaciones visuales carentes de respaldo empírico suficiente.

Los modelos multivariados permiten estudiar relaciones entre indicadores fisiológicos y características de ejecución motriz que interactúan durante el rendimiento deportivo. Su utilización exige reconocer posibles dependencias entre variables y diferencias individuales dentro de las muestras. La representación gráfica de resultados puede facilitar la identificación de agrupamientos o comportamientos atípicos. Conviene interpretar tales patrones con prudencia. Las asociaciones estadísticas no demuestran necesariamente relaciones causales y requieren contrastación mediante conocimientos biomecánicos y fisiológicos pertinentes al problema de investigación planteado.

La interpretación de trayectorias corporales mediante recursos visuales demanda considerar las limitaciones de los sistemas utilizados para reconstruir el movimiento. Glazier et al. (2025) plantean una discusión crítica sobre la captura sin marcadores y sus implicaciones para la investigación deportiva. Desde una perspectiva universitaria, conviene examinar las condiciones de registro y los procedimientos empleados para estimar posiciones articulares. La visualización debe acompañarse de información metodológica que permita valorar la confiabilidad de las representaciones generadas digitalmente.

Los tableros interactivos pueden apoyar la comunicación de resultados entre investigadores y profesionales del entrenamiento deportivo. Su diseño requiere organizar indicadores mediante jerarquías visuales que faciliten identificar variaciones relevantes. La incorporación de filtros permite comparar períodos y grupos de participantes sin modificar los archivos originales. No obstante, la selección de métricas debe responder a necesidades interpretativas concretas. Un exceso de indicadores puede dificultar la lectura y desviar la atención de relaciones verdaderamente pertinentes para comprender el rendimiento.

La formación universitaria en ciencia de datos deportivos requiere desarrollar competencias para interpretar representaciones y reconocer sus limitaciones. Los estudiantes necesitan comprender las decisiones analíticas que intervienen entre la medición inicial y la presentación gráfica. Glazier et al. (2025) aportan una perspectiva crítica sobre tecnologías de análisis del movimiento que resulta pertinente para tal formación. La discusión académica de resultados favorece preguntas fundamentadas y fortalece la capacidad de distinguir evidencias verificables de interpretaciones insuficientemente justificadas.

La utilización de ciencia de datos y visualización interactiva adquiere relevancia cuando favorece interpretaciones deportivas comprensibles y metodológicamente justificadas. Los resultados requieren examinarse considerando la variabilidad humana y las condiciones particulares de cada disciplina. En la educación superior, la articulación entre conocimiento científico y representación digital contribuye a formar profesionales capaces de argumentar decisiones mediante evidencias. Su desarrollo demanda mantener una actitud crítica frente a las posibilidades instrumentales y reconocer los límites de cualquier explicación cuantitativa.

5.4. Plataformas colaborativas y laboratorios de innovación para la investigación interdisciplinaria en ciencias del movimiento

La investigación interdisciplinaria en ciencias del movimiento encuentra en las plataformas colaborativas un medio para vincular conocimientos provenientes de distintas áreas universitarias. La Educación Física dialoga con la ingeniería, la informática y las ciencias de la salud mediante problemas compartidos que requieren perspectivas complementarias. Tal articulación demanda acuerdos sobre objetivos y responsabilidades desde el inicio. La colaboración adquiere valor cuando las

contribuciones disciplinares permiten formular preguntas que difícilmente surgirían dentro de equipos académicos relativamente homogéneos.

Los laboratorios de innovación constituyen entornos de trabajo donde investigadores y estudiantes pueden diseñar soluciones vinculadas con necesidades del ámbito deportivo. Su funcionamiento requiere espacios para experimentar y mecanismos que faciliten intercambiar conocimientos especializados. La participación de docentes con trayectorias diferentes favorece la discusión de problemas desde enfoques complementarios. Conviene establecer prioridades compartidas para evitar iniciativas dispersas. Un laboratorio universitario adquiere continuidad cuando sus proyectos responden a necesidades identificadas mediante diálogo institucional permanente y abierto.

Las plataformas digitales facilitan la coordinación de equipos distribuidos entre facultades y centros de investigación. Los repositorios compartidos permiten consultar documentos técnicos y registrar modificaciones durante el desarrollo de proyectos. Su utilidad depende de acuerdos sobre nomenclaturas, permisos y responsabilidades editoriales. Cuando cada participante conoce las versiones vigentes, disminuyen las confusiones que afectan el trabajo colectivo. La trazabilidad documental también contribuye a preservar decisiones que podrían perderse tras cambios en la composición del equipo investigador.

La creación conjunta de prototipos permite convertir preguntas académicas en procedimientos susceptibles de evaluación práctica. En ciencias del movimiento, los equipos pueden desarrollar dispositivos o adaptar herramientas para estudiar características corporales. Oberhofer et al. (2024) investigan la viabilidad de utilizar tecnología láser para obtener representaciones corporales tridimensionales sin contacto. Su trabajo ofrece un referente para discutir la colaboración entre conocimientos técnicos y necesidades de valoración

antropométrica en entornos de investigación deportiva universitaria de carácter interdisciplinario.

La organización de equipos interdisciplinarios requiere reconocer diferencias en los lenguajes y criterios empleados por cada especialidad. Un concepto familiar para profesionales de biomecánica puede tener significados distintos entre desarrolladores informáticos. Las reuniones de trabajo deben favorecer definiciones compartidas y decisiones comprensibles para todos. También conviene distribuir responsabilidades según competencias verificables. La coordinación académica mejora cuando las discrepancias metodológicas pueden discutirse abiertamente sin quedar subordinadas a jerarquías institucionales o preferencias tecnológicas particulares de ciertos integrantes.

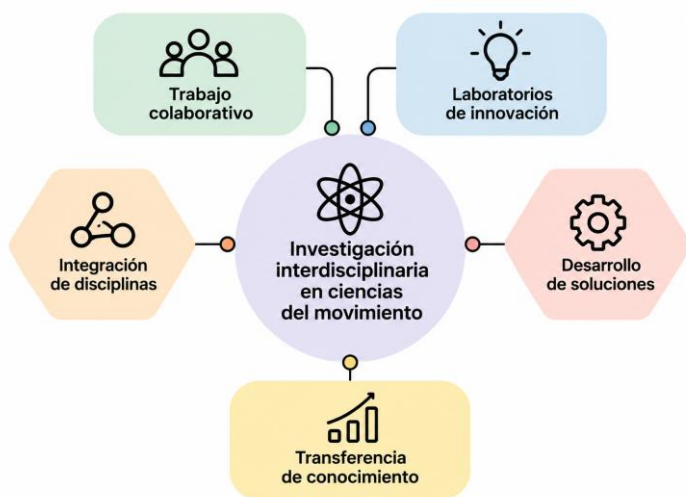
La experimentación dentro de laboratorios universitarios necesita procedimientos que permitan comprobar la utilidad de los prototipos antes de extender su aplicación. Las pruebas iniciales pueden revelar problemas de funcionamiento o dificultades de uso durante actividades deportivas. Oberhofer et al. (2024) examinan una alternativa de escaneo corporal mediante tecnología LiDAR orientada a mediciones antropométricas. Su investigación permite ilustrar la necesidad de contrastar posibilidades instrumentales con exigencias concretas de medición y condiciones reales de aplicación deportiva cotidiana.

La participación estudiantil en proyectos colaborativos ofrece oportunidades para aprender mediante responsabilidades vinculadas con investigaciones en desarrollo. Los estudiantes pueden contribuir a la documentación técnica y a la discusión de resultados bajo supervisión académica. Conviene definir tareas acordes con su preparación y garantizar espacios para formular preguntas. La experiencia compartida favorece una comprensión más amplia del trabajo científico. También permite reconocer que la innovación depende de negociaciones y revisiones continuas entre participantes académicos muy diversos.

Las alianzas entre universidades y organizaciones deportivas pueden facilitar el acceso a problemas que requieren investigación aplicada. Su desarrollo demanda acuerdos transparentes sobre recursos y derechos de utilización de los resultados. Los clubes y centros de entrenamiento aportan experiencias prácticas que enriquecen las preguntas formuladas por los equipos académicos. A cambio, las instituciones universitarias pueden contribuir con capacidades de investigación. La cooperación resulta más pertinente cuando las prioridades científicas conservan independencia frente a intereses particulares.

Figura 15

Investigación interdisciplinaria e innovación en ciencias del movimiento



La gestión de laboratorios colaborativos requiere considerar la sostenibilidad de los recursos tecnológicos y la formación de quienes los utilizan. La adquisición de equipos especializados representa una decisión institucional que debe acompañarse de mantenimiento y capacitación. Oberhofer et al. (2024) estudian una aplicación tecnológica para mediciones corporales cuya viabilidad merece valoración técnica. En proyectos

universitarios, conviene examinar también las condiciones operativas que permitirían mantener procedimientos comparables durante períodos prolongados de investigación en diferentes disciplinas deportivas.

La consolidación de espacios interdisciplinarios depende de prácticas institucionales que reconozcan el trabajo compartido y faciliten la circulación responsable del conocimiento. Los proyectos requieren mecanismos para documentar aportaciones y discutir resultados entre especialidades. En Educación Física universitaria, tales experiencias pueden ampliar las posibilidades de investigación sobre el movimiento humano. Su continuidad demanda criterios de cooperación que respeten la autonomía académica y permitan transformar preguntas surgidas en la práctica deportiva en investigaciones colectivas académicamente pertinentes y rigurosas.

5.5. Validación científica, fiabilidad y precisión de las tecnologías utilizadas en la evaluación físico-deportiva

La validación científica de tecnologías aplicadas a la evaluación físico-deportiva constituye una condición necesaria para interpretar mediciones con fundamento académico. En la educación superior, la incorporación de instrumentos requiere examinar su capacidad para representar las variables que pretenden cuantificar. La apariencia tecnológica puede generar confianza excesiva cuando faltan comprobaciones independientes. Por ello, la selección instrumental demanda distinguir entre prestaciones comerciales y propiedades científicamente demostradas. Tal distinción protege la calidad de las decisiones investigativas y profesionales posteriores.

La validez de medición expresa el grado en que las evidencias respaldan las interpretaciones realizadas a partir de un instrumento. Su estudio requiere contrastar resultados con procedimientos de referencia apropiados para cada variable. En

evaluaciones deportivas, las diferencias entre dispositivos pueden modificar estimaciones de fuerza o potencia. Mao et al. (2024) investigan la validez de una plataforma de fuerza dual para evaluar el salto con contramovimiento. Su trabajo permite situar la comparación instrumental dentro del análisis científico deportivo.

La fiabilidad representa la consistencia de las mediciones obtenidas cuando un procedimiento se repite bajo condiciones equivalentes. Su comprobación demanda controlar factores relacionados con la preparación del participante y la ejecución de las pruebas. Las variaciones entre sesiones pueden proceder de cambios fisiológicos o de inconsistencias instrumentales. Distinguir ambas fuentes requiere diseños específicos de repetición. En laboratorios universitarios, documentar horarios y condiciones ambientales contribuye a interpretar diferencias sin atribuir automáticamente cualquier fluctuación al rendimiento físico individual.

La precisión instrumental merece atención particular cuando se examinan movimientos rápidos o variaciones pequeñas del desempeño. Un dispositivo puede ofrecer registros repetibles y mantener desviaciones respecto de valores de referencia. Por tanto, fiabilidad y exactitud requieren comprobaciones diferenciadas. Las plataformas de fuerza utilizadas para estudiar saltos deportivos permiten ilustrar dicha necesidad. Mao et al. (2024) abordan la validación de un sistema de medición del salto con contramovimiento, aportando un referente para examinar propiedades instrumentales específicas.

El error de medición constituye una dimensión indispensable para valorar la utilidad de tecnologías deportivas. Su estimación permite reconocer fluctuaciones atribuibles al procedimiento y establecer márgenes de interpretación. Indicadores como el error estándar de medición y los límites de acuerdo facilitan examinar diferencias entre registros. Sin embargo, su significado depende de la magnitud de los cambios considerados

relevantes. En la formación universitaria, comprender tal relación evita interpretar variaciones mínimas como modificaciones funcionales necesariamente significativas.

La comparación entre instrumentos requiere protocolos que garanticen condiciones equivalentes durante las mediciones. Cuando se evalúan saltos verticales, las instrucciones sobre posición inicial y ejecución pueden influir en los resultados. También importa determinar qué variables serán contrastadas y mediante qué procedimientos estadísticos. Mao et al. (2024) estudian la validez de una plataforma dual aplicada al salto con contramovimiento. Su investigación permite reconocer la importancia de formular preguntas instrumentales delimitadas antes de realizar comparaciones deportivas.

La calibración y el mantenimiento tecnológico forman parte de las condiciones que sostienen la calidad de una medición. Los equipos pueden experimentar alteraciones relacionadas con el uso frecuente o las condiciones de almacenamiento. Por ello, los laboratorios universitarios necesitan procedimientos documentados para verificar su funcionamiento. Los registros de mantenimiento permiten identificar posibles fuentes de desviación. Una medición técnicamente correcta depende también del estado del instrumento y de las condiciones operativas presentes durante su utilización habitual.

La interpretación de resultados requiere examinar si las propiedades de un instrumento permanecen aceptables entre poblaciones deportivas diferentes. Las características corporales y los niveles de experiencia pueden modificar las condiciones de ejecución de determinadas pruebas. Una validación realizada con atletas especializados no garantiza idéntico comportamiento instrumental en estudiantes principiantes. Conviene reconocer las características de las muestras utilizadas en cada investigación. La transferencia de procedimientos demanda argumentos científicos relacionados con las condiciones particulares de aplicación.

La formación profesional en evaluación físico deportiva debe desarrollar capacidades para examinar críticamente informes de validación instrumental. Los estudiantes necesitan comprender indicadores estadísticos y reconocer limitaciones derivadas del tamaño muestral. Mao et al. (2024) ofrecen un ejemplo de investigación centrada en la validez de tecnología utilizada para evaluar el rendimiento en saltos. Su lectura académica puede favorecer discusiones sobre selección de instrumentos y pertinencia de las evidencias para determinadas decisiones profesionales posteriores.

La calidad científica de la evaluación deportiva depende de mantener correspondencia entre instrumentos y decisiones derivadas de sus resultados. Una tecnología validada requiere utilizarse dentro de condiciones compatibles con las examinadas durante su comprobación. En la educación superior, tal exigencia fortalece la responsabilidad metodológica de docentes e investigadores. La revisión periódica de propiedades instrumentales permite reconocer limitaciones y preservar interpretaciones justificadas. El rigor evaluativo permanece vinculado con evidencias verificables y criterios profesionales explícitos.

5.6. Transferencia del conocimiento, desarrollo de prototipos tecnológicos y producción científica en Educación Física y entrenamiento deportivo

La transferencia del conocimiento en Educación Física universitaria permite vincular los resultados de investigación con necesidades identificadas en instituciones educativas y organizaciones deportivas. Su desarrollo requiere establecer mecanismos que faciliten convertir hallazgos académicos en recursos aplicables a situaciones profesionales. La comunicación entre investigadores y usuarios potenciales adquiere relevancia durante la definición de prioridades. Una propuesta tecnológica

alcanza mayor pertinencia cuando responde a problemas reconocidos por quienes participan directamente en procesos de enseñanza y entrenamiento deportivo.

El desarrollo de prototipos tecnológicos comienza con la identificación de necesidades que puedan abordarse mediante soluciones técnicamente viables. En el ámbito universitario, conviene formular requisitos funcionales antes de seleccionar componentes o plataformas informáticas. Los equipos investigadores deben considerar recursos disponibles y condiciones habituales de utilización. La elaboración de versiones preliminares permite examinar características operativas mediante pruebas delimitadas. Cada modificación necesita documentarse para comprender las decisiones adoptadas durante la evolución del producto tecnológico desarrollado.

La creación de aplicaciones educativas puede incorporar estrategias de gamificación orientadas a favorecer experiencias de aprendizaje participativas. Jaramillo-Mediavilla et al. (2024) examinan mediante una revisión sistemática las relaciones entre gamificación, motivación y rendimiento académico. Sus aportaciones ofrecen fundamentos para considerar dimensiones pedagógicas durante el diseño de recursos digitales. En Educación Física universitaria, las mecánicas de participación requieren vincularse con objetivos formativos verificables y características de las actividades motrices desarrolladas por los estudiantes.

La construcción de prototipos funcionales demanda procesos iterativos que permitan reconocer dificultades antes de ampliar su utilización. Las pruebas con usuarios aportan información sobre accesibilidad y comprensión de las interfaces. Conviene observar las interacciones reales para identificar problemas que podrían pasar inadvertidos durante la programación. La participación estudiantil ofrece oportunidades para recuperar experiencias diversas. Los ajustes posteriores deben responder a evidencias documentadas y conservar correspondencia

con los propósitos educativos o deportivos que motivaron el desarrollo inicial.

La transferencia tecnológica requiere establecer acuerdos institucionales sobre propiedad intelectual y responsabilidades derivadas de los productos desarrollados. Las universidades necesitan procedimientos que reconozcan aportaciones individuales y colectivas sin limitar injustificadamente la circulación académica del conocimiento. También resulta pertinente determinar condiciones de utilización por parte de organizaciones externas. La negociación de licencias demanda considerar beneficios educativos y posibilidades de sostenibilidad. Una gestión transparente contribuye a prevenir conflictos entre intereses científicos y expectativas comerciales particulares.

La producción científica relacionada con innovaciones educativas necesita describir procedimientos de desarrollo y resultados obtenidos mediante criterios verificables. Los artículos académicos deben presentar preguntas delimitadas y evidencias suficientes para sustentar sus interpretaciones. Jaramillo-Mediavilla et al. (2024) reúnen investigaciones sobre gamificación mediante una revisión sistemática que permite examinar conocimiento previamente publicado. Tal aproximación recuerda la importancia de relacionar nuevas propuestas con antecedentes científicos y reconocer vacíos que requieren investigaciones adicionales en entornos universitarios.

La difusión de resultados mediante repositorios institucionales y publicaciones especializadas amplía las posibilidades de consulta entre comunidades académicas. Los materiales compartidos pueden comprender manuales técnicos y documentación de aplicaciones desarrolladas durante proyectos universitarios. Su disponibilidad requiere respetar acuerdos de autoría y condiciones de protección de información. También conviene utilizar formatos que faciliten la recuperación documental. La circulación responsable de productos científicos

permite aprovechar experiencias previas y disminuir esfuerzos repetidos entre grupos investigadores.

Tabla 5

Componentes metodológicos y tecnológicos de la investigación aplicada en las ciencias del deporte universitario

Eje temático	Aportes a la investigación y formación universitaria
Metodologías de investigación digital y experimentación tecnológica	Desarrollo de diseños experimentales y procedimientos de investigación apoyados en tecnologías digitales. Favorece la recopilación sistemática de evidencias y el análisis de fenómenos motrices mediante criterios científicos verificables.
Evaluación auténtica del aprendizaje físico-deportivo	Aplicación de instrumentos digitales y analítica educativa para valorar competencias motrices en situaciones reales. Promueve la evaluación formativa y la retroalimentación fundamentada en evidencias del desempeño estudiantil.
Ciencia de datos y visualización interactiva del rendimiento deportivo	Procesamiento e interpretación de información biomecánica y fisiológica mediante herramientas analíticas. Facilita la identificación de patrones de rendimiento y la representación visual de relaciones relevantes para la investigación deportiva.
Plataformas colaborativas y laboratorios de innovación	Integración de conocimientos provenientes de distintas disciplinas mediante proyectos científicos compartidos. Impulsa el desarrollo tecnológico y la cooperación entre investigadores y organizaciones deportivas.
Validación científica, fiabilidad y precisión tecnológica	Evaluación de las propiedades de medición de instrumentos deportivos mediante procedimientos de validación. Fortalece la confiabilidad de los registros y la interpretación rigurosa de resultados obtenidos en entornos universitarios.
Transferencia del conocimiento y producción científica	Desarrollo de prototipos tecnológicos y difusión de conocimientos derivados de investigaciones aplicadas. Favorece la vinculación universitaria y la utilización responsable de innovaciones en procesos educativos y deportivos.

Nota. Elaboración propia a partir de los contenidos del capítulo.

La vinculación con instituciones deportivas permite examinar la aplicabilidad de prototipos bajo condiciones habituales de entrenamiento y formación. Los acuerdos de cooperación deben precisar responsabilidades y procedimientos para recoger observaciones de los participantes. La experiencia de entrenadores y docentes puede revelar necesidades operativas que requieren modificaciones técnicas. Conviene distinguir entre aceptación inicial y utilidad demostrada mediante evaluaciones posteriores. La transferencia adquiere consistencia cuando los productos mantienen un funcionamiento pertinente fuera del laboratorio universitario.

La formación investigativa del estudiantado puede fortalecerse mediante su participación en proyectos de desarrollo tecnológico y divulgación académica. La elaboración de informes y presentaciones científicas favorece capacidades de argumentación sustentadas en evidencias. Jaramillo-Mediavilla et al. (2024) analizan la motivación y el rendimiento académico en investigaciones sobre gamificación. Sus aportaciones permiten considerar la experiencia formativa de quienes participan en iniciativas innovadoras. El acompañamiento docente resulta necesario para mantener exigencias metodológicas durante cada actividad investigativa.

La continuidad de los proyectos tecnológicos universitarios depende de mecanismos que permitan conservar conocimientos y capacidades desarrolladas durante su ejecución. La documentación técnica facilita que nuevos equipos comprendan decisiones anteriores y realicen modificaciones justificadas. En Educación Física y entrenamiento deportivo, la producción científica puede alimentar procesos de mejora institucional mediante resultados comunicados con claridad. La transferencia responsable requiere reconocer limitaciones y mantener vínculos entre investigadores y comunidades profesionales interesadas en aprovechar los conocimientos generados.

Conclusiones

La innovación tecnológica en la Educación Física y el entrenamiento deportivo representa una transformación significativa de los procesos formativos desarrollados en la educación superior. Su incorporación modifica las prácticas pedagógicas y amplía las posibilidades de evaluación del aprendizaje motor. La integración de recursos digitales requiere una orientación académica sustentada en principios científicos y criterios didácticos pertinentes. Desde dicha perspectiva, el desarrollo tecnológico adquiere valor cuando contribuye a mejorar la comprensión del movimiento humano y fortalece las competencias profesionales de docentes y entrenadores deportivos.

La transformación digital de la enseñanza universitaria demanda una revisión de los modelos pedagógicos utilizados en la formación de profesionales de la actividad física. Los entornos virtuales y las plataformas interactivas favorecen experiencias educativas diversificadas mediante recursos que facilitan la participación estudiantil. Sin embargo, su efectividad depende de la planificación curricular y de la preparación tecnológica del profesorado. La articulación entre conocimiento disciplinar y competencia digital constituye una condición necesaria para desarrollar procesos educativos pertinentes y académicamente rigurosos.

La inteligencia artificial amplía las capacidades de análisis y procesamiento de información relacionada con el aprendizaje motor y el rendimiento deportivo. Los sistemas inteligentes permiten identificar patrones de movimiento y generar información útil para orientar decisiones pedagógicas. Su aplicación también facilita la adaptación de determinadas actividades a las características individuales del estudiantado. Pese a sus posibilidades operativas, la interpretación profesional

conserva una función determinante. La calidad educativa requiere mantener el juicio docente como referente para valorar las recomendaciones producidas mediante procedimientos automatizados.

Las tecnologías inmersivas incorporan nuevas posibilidades para representar situaciones motrices y desarrollar experiencias de aprendizaje mediante simulaciones interactivas. La realidad virtual y la realidad aumentada facilitan la observación de movimientos y el análisis de determinadas situaciones deportivas. Su aprovechamiento académico depende de objetivos pedagógicos definidos y procedimientos de evaluación adecuados. La incorporación de ambientes inmersivos debe responder a necesidades formativas identificables. Su pertinencia se relaciona con la capacidad de complementar la práctica corporal y favorecer aprendizajes transferibles a situaciones reales.

Los dispositivos portátiles y los sistemas de evaluación biomecánica han ampliado las posibilidades de registrar información relacionada con la actividad física. La medición de variables fisiológicas y mecánicas permite examinar determinadas respuestas individuales durante el entrenamiento. Sin embargo, la disponibilidad de datos no garantiza interpretaciones científicamente válidas. Resulta indispensable considerar la precisión instrumental y las condiciones de medición. La formación universitaria debe promover competencias para interpretar registros cuantitativos mediante criterios metodológicos que permitan formular decisiones responsables sobre la preparación deportiva.

La individualización del entrenamiento constituye una aplicación relevante de los sistemas tecnológicos orientados al análisis del rendimiento humano. La integración de información fisiológica y biomecánica facilita la identificación de diferencias individuales relacionadas con la adaptación al ejercicio. Tales procedimientos pueden contribuir a una planificación más precisa

de las cargas físicas. No obstante, las decisiones requieren considerar factores personales y condiciones específicas de práctica. La tecnología proporciona información complementaria que debe interpretarse mediante conocimientos científicos y valoración profesional permanente.

La evaluación del aprendizaje físico-deportivo experimenta modificaciones mediante la incorporación de instrumentos digitales capaces de registrar evidencias del desempeño estudiantil. Los procedimientos automatizados permiten organizar información y examinar determinados indicadores de progreso motor. Su aplicación exige establecer criterios transparentes que relacionen los resultados medidos con los objetivos educativos. La evaluación universitaria debe conservar una orientación formativa que reconozca las particularidades individuales del aprendizaje. En consecuencia, los registros tecnológicos adquieren significado cuando permiten formular retroalimentaciones pertinentes y mejorar las decisiones docentes.

La investigación aplicada desempeña una función determinante en la valoración de las tecnologías incorporadas a las ciencias del deporte. La fiabilidad instrumental y la validez de los procedimientos constituyen criterios indispensables para interpretar los resultados obtenidos. Las instituciones universitarias requieren fortalecer capacidades de investigación que permitan contrastar aplicaciones tecnológicas mediante diseños metodológicos rigurosos. La producción científica también debe atender las necesidades de formación profesional y las características de las poblaciones estudiadas. La relación entre investigación y práctica favorece decisiones académicas sustentadas en evidencias verificables.

La expansión de tecnologías inteligentes plantea responsabilidades institucionales relacionadas con la protección de información personal y el tratamiento de datos biométricos. El empleo de sistemas automatizados requiere procedimientos

transparentes y mecanismos adecuados de supervisión humana. La formación universitaria debe incorporar principios éticos que orienten la utilización responsable de herramientas digitales. También resulta necesario considerar las diferencias de acceso tecnológico entre instituciones y estudiantes. Una innovación educativa socialmente responsable demanda criterios de equidad y respeto por la autonomía de quienes participan en procesos formativos.

La articulación entre pedagogía y tecnología permite proyectar una Educación Física universitaria vinculada con las necesidades científicas y profesionales contemporáneas. El desarrollo de competencias digitales debe acompañarse de pensamiento crítico y capacidad investigativa para evitar una utilización instrumental carente de propósito educativo. La formación de docentes y entrenadores requiere integrar conocimientos del movimiento humano con procedimientos de evaluación científicamente respaldados. Bajo dicha orientación, la innovación tecnológica contribuye al fortalecimiento académico de las ciencias del deporte y a la construcción de prácticas educativas responsables.

Referencias Bibliográficas

- Arufe-Giráldez, V., Sanmiguel-Rodríguez, A., Ramos-Álvarez, O., & Navarro-Patón, R. (2022). Gamification in physical education: A systematic review. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci12080540>
- Bagchi, A., Raizada, S., Thapa, R. K., Stefanica, V., & Ceylan, H. İ. (2024). Reliability and accuracy of portable devices for measuring countermovement jump height in physically active adults: A comparison of force platforms, contact mats, and video-based software. *Life*. <https://doi.org/10.3390/life14111394>
- Camacho-Sánchez, R., Manzano-León, A., Rodríguez-Ferrer, J. M., & Serna, J. (2023). Game-based learning and gamification in physical education: A systematic review. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci13020183>
- Cao, D., Page, R., Chavda, S., Xu, J., Cree, J., Bishop, C., & Turner, A. (2026). Markerless motion capture in sport and exercise: A systematic review of applications, validity, and reliability. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app162110493>
- Castillo-Martínez, I. M., Flores-Bueno, D., Gómez-Puente, S. M., & Vite-León, V. O. (2024). AI in higher education: A systematic literature review. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1391485>
- Čokorilo, N., Manolopoulos, N., Matijević, T., & Rajović, R. (2026). How valid are wearable devices in team sports? A systematic review. *Sports*. <https://doi.org/10.3390/sports14070264>
- Fernández-Vázquez, D., Navarro-López, V., Cano-de-la-Cuerda, R., Palacios-Ceña, D., Espada, M., Boreas-García, D., Delfa-de-la-Morena, J. M., & Romero-Parra, N. (2024). Influence of virtual reality and gamification combined with practice teaching style in physical education on motor skills and students' perceived effort: A mixed-method intervention study. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16041584>
- Gao, T., Zhang, M., Zhu, Y., Zhang, Y., Pang, X., Ying, J., & Liu, W. (2024). Sports video classification method based on improved deep learning. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app14020948>
- Gbadegesin, I. D., Olanrewaju, A. M., & Issa, A. I. (2025). A review of the effectiveness of virtual and augmented reality technologies in physical education. *World Journal on Educational*

- Technology: Current Issues.
<https://doi.org/10.18844/wjet.v17i4.9612>
- Glazier, P. S. (2025). Markerless motion capture in sport: Panacea or Pandora's box? *Sports Biomechanics*.
<https://doi.org/10.1080/14763141.2025.2458485>
- Greiner, J., & Wagner, I. (2026). Virtual reality in physical education: A systematic literature review. *European Physical Education Review*. <https://doi.org/10.1177/1356336X261427728>
- Hu, Z., Liu, Z., & Su, Y. (2024). AI-driven smart transformation in physical education: Current trends and future research directions. *Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/app142210616>
- Jaramillo-Mediavilla, L., Basantes-Andrade, A., Cabezas-González, M., & Casillas-Martín, S. (2024). Impact of gamification on motivation and academic performance: A systematic review. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci14060639>
- Jastrow, F., Greve, S., Thumel, M., Diekhoff, H., & Süßenbach, J. (2022). Digital technology in physical education: A systematic review of research from 2009 to 2020. *German Journal of Exercise and Sport Research*. <https://doi.org/10.1007/s12662-022-00848-5>
- Ličen, S., & Prosen, M. (2024). Strengthening sustainable higher education with digital technologies: Development and validation of a digital competence scale for university teachers (DCS-UT). *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su16229937>
- Lv, X., Tao, Y., Zhang, Y., & Xue, Y. (2025). Design of an immersive basketball tactical training system based on digital twins and federated learning. *Applied Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/app15073831>
- Mao, C., Li, M., Li, X., Li, Z., Liu, T., Wang, L., Zhu, W., Chen, L., & Sun, Y. (2024). The validity of a dual-force plate for assessing counter-movement jump performance. *Sensors*.
<https://doi.org/10.3390/s24175748>
- Martín-Rodríguez, A., & Madrigal-Cerezo, R. (2025). Technology-enhanced pedagogy in physical education: Bridging engagement, learning, and lifelong activity. *Education Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/educsci15040409>
- Noel, J. T. P., da Fonseca, V. P., & Soares, A. (2024). A comprehensive data pipeline for comparing the effects of momentum on sports leagues. *Data*. <https://doi.org/10.3390/data9020029>
- Oberhofer, K., Knopfli, C., Achermann, B., & Lorenzetti, S. R. (2024). Feasibility of using laser imaging detection and ranging

- technology for contactless 3D body scanning and anthropometric assessment of athletes. *Sports*. <https://doi.org/10.3390/sports12040092>
- Park, S.-W., Lim, D.-H., Kim, J.-H., Kim, S.-H., & Han, Y.-O. (2025). Effectiveness of a digital game-based physical activity program (AI-FIT) on health-related physical fitness in elementary school children. *Healthcare*. <https://doi.org/10.3390/healthcare13111327>
- Pekas, D., Radaš, J., Baić, M., Barković, I., & Čolakovac, I. (2023). The use of wearable monitoring devices in sports sciences in COVID years (2020–2022): A systematic review. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app132212212>
- Pérez-Contreras, J., Loro-Ferrer, J. F., Merino-Muñoz, P., Hermosilla-Palma, F., Miranda-Lorca, B., Bustamante-Garrido, A., Inostroza-Ríos, F., Brito, C. J., & Aedo-Muñoz, E. (2024). Intra and inter-test reliability of isometric hip adduction strength test with force plates in professional soccer players. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. <https://doi.org/10.3390/jfmk9040270>
- Pérez-Muñoz, S., Castaño Calle, R., Morales Campo, P. T., & Rodríguez-Cayetano, A. (2024). A systematic review of the use and effect of virtual reality, augmented reality and mixed reality in physical education. *Information*. <https://doi.org/10.3390/info15090582>
- Ramírez Ruiz, J. J., Vargas Sanchez, A. D., & Boude Figueredo, O. R. (2024). Impact of gamification on school engagement: A systematic review. *Frontiers in Education*. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1466926>
- Sarlis, V., & Tjortjis, C. (2024). Sports analytics: Data mining to uncover NBA player position, age, and injury impact on performance and economics. *Information*. <https://doi.org/10.3390/info15040242>
- Tohănean, D. I., Vulpe, A. M., Mijaica, R., & Alexe, D. I. (2025). Embedding digital technologies (AI and ICT) into physical education: A systematic review of innovations, pedagogical impact, and challenges. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app15179826>
- Tosti, B., Corrado, S., Mancone, S., Di Libero, T., Carissimo, C., Cerro, G., Rodio, A., da Silva, V. F., Coimbra, D. R., & Diotaiuti, P. (2024). Neurofeedback training protocols in sports: A systematic review of recent advances in performance, anxiety,

- and emotional regulation. *Brain Sciences*. <https://doi.org/10.3390/brainsci14101036>
- Zha, H., Li, W., Wang, W., & Xiao, J. (2025). The paradox of AI empowerment in primary school physical education: Why technology may hinder, not help, teaching efficiency. *Behavioral Sciences*. <https://doi.org/10.3390/bs15020240>
- Zhang, L., Gao, J., Zhao, L., Liu, Z., & Guan, A. (2025). Predicting college student engagement in physical education classes using machine learning and structural equation modeling. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app15073884>



“La tecnología como puente
**entre la ciencia, la pedagogía
y el movimiento humano**
para formar mejores
profesionales y sociedades
más activas y saludables.”



EDITORIAL
SAGA

ISBN: 978-9907-803-88-4

